

Eesti kliimaambitsiooni tõstmise võimaluste analüüs

Tellijä: Riigikantselei

Riigihanke viitenumber: 204858

Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus (SEI Tallinn)

Finantsakadeemia OÜ

Siim Meeliste
Kerli Kirsimaa
Olavi Grünvald
Karina Suik

Sisukord

Sissejuhatus.....	6
Millised täpselt on KHG kogused, mille vastu –80% ja –100% on arvatud?.....	6
Arvutusmodeli funktsionaalsuse kirjeldus.....	7
Meetmete analüüs.....	8
Majandusmõjude analüüsi metoodikast ja tulemuste tõlgendamisest.....	9
Hoonetega seotud meetmed	10
1. Hoolekandeaustuste rekonstrueerimine.....	12
2. Lasteaiahoonete rekonstrueerimine.....	13
3. Väikeelamute rekonstrueerimine	14
4. Korterelamute rekonstrueerimine	15
5. Koolimajade rekonstrueerimine	16
6. Büroohoonete rekonstrueerimine	16
7. Energiasäästumeetmete rakendamine Kaitseministeeriumi haldusalas.....	17
8. Kaubandus- ja teenindushooned	17
9. Tööstushooned (ilma protsesside energiatarbimiseta).....	18
Energiakandjatega seotud meetmed.....	18
10. Päikeseenergia osakaalu suurendamine elektritootmises.....	19
10. Meretuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises	20
11. Maismaatuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises	21
12. Hüdropumpjaamad.....	21
13. Bioloogilistest materjalidest toodetud rohegaasi osakaalu suurendamine transpordisektori gaasitarbimises	22
14. Kaugküttetorustiku renoveerimine	23
15. Kaugküttekatelde renoveerimine ja kütuse vahetus.....	24
16. Keskmise võimsusega põletusseadmete direktiivi ülevõtmine.....	24
17. Soojuspumpade paigaldamise toetamine.....	25
18. Kaugküttepiirkondades sooja tarbevee tootmine kaugküttest elektriboilerite asemel.....	26
19. Lokaalsete kütelahenduste ehitamine kaugkütelahenduse asemel	27
20. Väikeste moodulreaktorite rajamine.....	27
21. Põllumajandusmasinate kütuse tõhusam kasutamine ja alternatiivkütuste kasutamine	29
22. Taastuvate energiaallikate osakaalu suurendamine transpordis tarbitud energias	29
23. Tööstusettevõtete jääkgaside toodetena ringlusse võtmine (<i>carbon capture and utilisation</i>)	30
24. Kaugjahutus.....	31
25. LED tänavavalgustus	32

Liikuvus ja transport.....	32
26. Säätlike rongide / alternatiivkütust kasutavate rongide ostmine.....	32
27. Kaubavahetus maanteelt raudteele	33
28. Linnade parkimispoliitika	33
29. Ruumilised ja maakasutuslikud meetmed linnades transpordi energiasäästu suurendamiseks	34
30. 20% ÜT-teenuse lisamine.....	35
31. Kaugtöö ja e-teenused.....	36
32. Autode kooskasutus	36
33. Autode teekasutustasud	38
34. Sõiduautode registreerimise ja aastamaks	39
35. Raskeveokite teekasutustasud	40
36. Era- ja tarbesõidukite ning põllumajandusmasinate rehvides oleva rõhu optimeerimine ja sõidukite aerodünaamika.....	41
37. Trammiliinide võrgustiku optimeerimine ja laiendamine.....	42
38. Rail Baltic.....	43
39. Ökonoomse juhtimise edendamine	44
40. Sõidukivahetusel madalama heitega sõiduki ostu soodustamine.....	45
41. LNG kasutuselevõtt laevakütusena	45
42. Sadamateenuse elektrifitseerimine.....	46
43. Alternatiivkütused ühistranspordis	47
44. Kergliikluse arendamine.....	47
45. Tallinna Ummikumaks	48
Põllumajandus ja maakasutus	48
46. Sõnnikukäitlemise parendamine	48
47. Lihatarbimise vähendamine ja asendamine taimset päritolu toiduga	49
48. Täppisväetamine	50
49. Rohumaal karjatamise osakaalu kasv	51
50. Ionofooride kasutamine lihaveistel	52
51. Sööda kvaliteedi parandamine piimalehmadel.....	52
52. Talvine taimkate	53
53. Mineraalväetiste asendamine orgaaniliste väetistega	53
54. Vähendada põllumajandussektori KHG-de ja ammoniaagi heitkoguseid.....	53
55. Tõhusate väetamistehnoloogiate juurutamine.....	55
56. Metsastamine.....	55
57. Metsade bioloogiline mitmekesisus	56

58.	Otsekülv	56
59.	Energiakultuuride kasvatamine liivmuldadel	56
Regulatiivsed meetmed		57
60.	Saastetasumäärade tõstmine ja/või sidumine kvoodihinnaga	57
61.	Fluoritud KHG-de määrukses (EL) nr 517/2014 ja mootorsõidukite kliimaseadmetest pärinevate heitkoguste direktiivis 2006/40/EÜ kehtestatud keeldude ja kohustuste rakendamine	57
Muud toetavad meetmed (arvutustest väljas, aga olulised)		59
1.	Energiatarbimise juhtimine	59
2.	Elupinna kasutuse optimeerimine	59
3.	Autonoomsed elektrijaamad maapiirkondades	59
4.	Nutikad kaugkütte ja –jahutusvõrgud (digitaliseerimine)	59
Teadus- ja arendustegevused		60
1.	Energiamajanduse arengukava teadus- ja arendustegevuse programm	60
2.	Võimalikud rohetehnoloogia innovatsiooni pilootprojektid	60
3.	Võimalikud demonstratsiooniprojektid ühistranspordis	60
4.	Investeeringud majandustegevuse mitmekesistamiseks maapiirkonnas mittepõllumajandusliku tegevuse suunas	61
5.	Keskkonnahoidliku majandamise toetamine	61
6.	Mugava ja moodsa ühistranspordi arendamine+	61
7.	Riigihangete keskkonnasõbralikkuse nõuded	62
Viited		63

Sissejuhatus

Töö peamiseks eesmärgiks on uurida, milliste tõenäoliste meetmete ning meetmetega kaasnevate mõjudega jõuab praegusest kasvuhoonegaaside vähendamise eesmärgist -80% aastaks 2050, eesmärgini -100%.

Ülesande taustaks on Euroopa Komisjoni poolt 28. novembril 2018 pikaajalise strateegilise visiooni „Puhas planeet kõigi jaoks“ avaldamine, milles on seatud eesmärk jõuda 2050. aastaks Euroopa Liidu jõuka, nüüdisaegse, konkurentsivõimelise ja kliimaneutraalse majanduseni. Strateegia vaatab kaheksat erinevat stsenaariumit ning on vajalik selleks, et üle-Euroopalise arutelu tulemusel vastu võtta ja esitada 2020. aasta alguses EL strateegia ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni raames, nagu on kokku lepitud Pariisi kliimakokkuleppega. (EL, 2018)

Eestis annab eesmärgist indikatsiooni kliimapoliitika raamdokument „Kliimapoliitika põhialused aastani 2050“ (KPP 2050). Nimetatud dokumendis on kokku lepitud valdkondlikes poliitikasuundades, mis seab teekonna aastani 2050 sellest, kuidas kasvuhoonegaaside heitkogust vähendada ning ühtlasi ka kliimamuutuste negatiivsete mõjudega kohaneda (Keskkonnaministeerium, 2017). Dokument seab Eesti eesmärgiks kasvuhoonegaaside (KHG) heite vähendamise 80% aastaks 2050 võrreldes aastaga 1990. Kliimapoliitika seisukohas on Eestile vajalikud dokumendid veel Energiamaajanduse arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030) ning hiljuti (31.12.2018) Euroopa Liidule esitatud eelnõu Eesti riiklik kliima- ja energiakava 2030 (REKK 2030), koondab kliima – ja energiaeesmärgid ühte dokumenti. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Euroopa Liidu tasandil on vaja jõuda kokkuleppele, kas ja millisel määral hakatakse muutma kasvuhoonegaaside heitele määratud tasemeid aastaks 2050. Eestile võib EL uue pikaajalise strateegia ettepanek tuua kaasa kliimapoliitika põhialuste ja asjakohaste valdkonnastrateegiatega täiendamist vastavalt läbirääkimiste tulemusel valitavale suunale. Vabariigi Valitsuse seisukohtade kujundamiseks ja selleks, et Euroopa Liidu taseme läbirääkimistel Eesti huve teadmispõhiselt esindada, on vaja välja selgitada, mis mõju avalduks Eestile EL kliimapoliitika eesmärkide alase ambitsioonikuse (sh sihttasemete) tõstmise ja millised võimalused oleksid Eestil seni lepitutest rangemaid sihttasemeid saavutada.

Millised täpselt on KHG kogused, mille vastu –80% ja –100% on arvutatud?

Töö käigus analüüsiti olemasolevaid strateegiadokumente kuna lähteülesandes püstitatud ülesandele vastamiseks oli alustuseks vajalik tuvastada täpne meetmete pakett, mis on ette nähtud KHG heite 80%-liseks vähendamiseks, millega oleks võimalik täiendavate meetmete paketti võrrelda. KPP 2050 mõjuhindang kinnitab, et –80% lähedase tulemuse saavutamine on tehniliselt võimalik ja majanduslikult kasulik ja KPP 2050 stsenaariumite tulemusel järeldus, et –80% täielik realiseerumine saab toimuda vaid kahe alljärgneva stsenaariumi täitumisel¹:

¹ Kaar, K.; Kupri, H.-L.; Möls, M.; Štökov, S.; Tammik, A.; Konsap, K.; Grünvald, O.; Uiga, J. (2016), Arengudokumendi „Kliimapoliitika põhialused aastani 2050“ kasvuhoonegaaside ja välisõhu saasteainete heite ja sotsiaalmajanduslike mõjude hindamise analüüs. Lõpparuanne seisuga 25.05.2016, saadaval: https://www.envir.ee/sites/default/files/kpp_2050_mojudehindamise_lopparuanne_25.05.pdf

- (1) KPP_1 stsenaarium on kõige väiksema KHG heitega valdkondade ülene stsenaarium, mis vähendab aastaks 2050 koguhaidet –80% ja koos LULUCF-iga –79%. Lisaks kõige suurem saasteainete (LOÜ, SO₂, NH₃ ja PM_{2.5}) vähenemine võrreldes 2013. aastaga.

VÕI

- (2) KPP_3 teekaart, kus LULUCF valdkonna heitkoguseid\sidumist arvesse võtteks väheneb aastaks 2050 heitkogused –83% võrreldes 1990. a.

Nende stsenaariumite puhul pole KPPs sellisel tasemel detailset analüüsi, mis lubaks käesolevas töös fikseerida 80% vähenemise aluseks oleva meetmete paketi. Praeguse teadmise põhjal ja pikast ajaraamist tuleneva määramatuse tingimustes leiame, et käesoleva töö lõpparuandes pole otstarbekas analüüsida KHG heite vähendamise mõjusid –80%-st –100%-ni liikumisel erinevates väga detailsetes vahemikes. Küll aga võimaldab lõpparuandena kättesaadav tööriist hinnata teostada esmast stsenaariumianalüüsi ning hinnata erinevate meetmepakettide realiseerimisel tekkivaid makromajanduslikke muutusi, vajalikku investeeringut ning KHG heite vähendamise potentsiaali.

Arvutusmodeli funktsionaalsuse kirjeldus

Arvutusmodel koosneb meetmetest ja meetmelehtedest, mille abil on võimalik modelleerida iga aruandes kirjeldatud meetme mõjusid ning võrdlemisi väheste kasutajapoolse pingutusega:

- a) komplekteerida meetmetest KHG heite vähenemise prognoos aastani 2050 erinevate KHG inventuuri valdkondade kaupa;
- b) tuua analüüsi uusi täiendavaid meetmeid, tehes valik täpseima homoloogia alusel olemasolevatest meetmetest ja meetmepakettidest;
- c) täpsustada aja jooksul meetmete eeldusi vastavalt regulatiivse keskkonna ning majanduskeskkonna arengule ja tehnoloogilisele progressile;
- d) täpsustada taustsüsteemi eeldusi vastavalt regulatiivse ja majandusliku keskkonna arengule;

Piiratud ressursside ja lähteülesande mitmetahulisuse tingimustes lähtusid autorid käesolevas töös järgmistest pidepunktidest:

- 1) Meetmed peavad võimaliku parima detailsusega katma olulisimad hetkel teadaolevad viisid KHG heite vähendamiseks;
- 2) Iga individuaalse meetme tulemusena peab tekkima KHG heite vähenemine, mis kajastub ka KHG inventuuris;
- 3) Arvutusmodel ei kajasta meetmeid, mille tulemusel heide tegelikkuses ei vähene, vaid liigub arvutuslikult Eesti KHG inventuurist välja;
- 4) Arvutusmodeli tulemusel tekkiv koondpilt peab olema võimalikult arusaadav, et hinnata erinevate meetmete ja meetmekomplektide mõjusid.

Arvutusmodel ei võta automaatselt arvesse väliseid tegureid nagu EL-i heitkogustega kauplemise süsteemi (EL HKS) ühiku hind, vedelkütuste hinnad, maagaasi hind, elektri hind jms mis mõjutaksid tavaolukorras meetmete valikut või meetmete rakendamise mahtusid/ajaperioode. Model koostatakse püsihindades, mis aitab paremini hinnata reaalset mõju majandusele ja muudab erinevate perioodide näitajad võrreldavaks, samuti on dunaamilise modeli koostamine seotud suuremate veaohutudega kuna on seotud täiendavate eelduste ja mudellahendustega. Sellegipoolest võimaldab arvutusmodel sisendhinde meetmeteülevalt kergelt muuta.

Mudel võimaldab teatud piirangutega hinnata individuaalselt iga meetmega kaasnevat makromajanduslikku mõju ja kuvada tulemused koondtabelisse. Makromajanduslik mõju arvutatakse rahvamajanduse sisend-väljund raamistiku abil, mis kasutab aga tänaseid majanduse seoseid tulevikuprognoside tegemisel. Kahjuks ei ole veel leitud head lahendust prognoositavate sisend-väljund tabelite arvutamiseks.

Juhul kui tahta meetmeid agregeerida stsenaariumisse, peab eemaldama kattuvused meetmete mõjudes (ning sellest tulenevalt SKPs ja tööhõives) „käsitsi“ ja mõtestama lahti valitud paketi puhul rakenduvad koos- ja vastastikmõjud. Kuigivõrd on seda võimalik teostada arvutusmodeliga, kuid arvestatav tulemus eeldaks siiski täiesti eraldi tööd valitud meetmepaketiga.

Meetmete analüüs

Meetmed on aruandes grupeeritud valdkondadesse. Iga meetme puhul on arvutusmodelis määratud, millises KHG inventuuri sektoris KHG heite vähenemine toimub.

Meetmed on detailsusastmetelt jagatud kolme tinglikusse kategooriasse.

- 1) meetmed, mille kohta oli autoritel piisavalt valideeritud infot, et need sai kirjeldada arvutusmodelis;
- 2) meetmed, mille kohta oli autoritel palju üldist infot, kuid puudusid näiteks konkreetseid analüüsid-hinnangud Eesti kontekstis, kuid mis on lülitatud arvutusmodelisse
- 3) meetmed, mille kohta oli teada teoreetiline võimalik maht/potentsiaal ja võimalik rakendumise periood, kuid täiendavad detailid puudusid. Mõned sellistest meetmetest on sisestatud arvutusmodelisse ilma numbriteta. Juhul kui tulevikus on rohkem andmeid teada, siis saab täita vajalikud eeldused.

Meetmete eeldused on kirjeldatud arvutusmodelis iga meetmelehe eelduste plokis. Kollasel taustal olevaid eeldusi on võimalik muuta ning seeläbi meetme rakendamise mahtu ja taustsüsteemi tingimusi nõutud olukorrale kohaldada.

Meetmete nimekirja ja stsenaariumite lehel on kuvatud koondtabel olulisematest näitajatest ja makromajanduslikest mõjudest. Samuti on võimalik sel lehel meetmed „sisse/välja“ lülitada ja seeläbi need agregeerida KHG vähenemise graafikutele. Individuaalsed mõjud on täpsemalt kirjeldatud üksikutel meetmelehtedel.

Arvutusmodelit kasutades on võimalik konstrueerida erinevaid meetmete kombinatsioone ning üritada soovitud näitajaid maksimeerida.

Töö peamised järeldused saab teha pärast meetmete mõjude valideerimist uuringu juhtrühmaga.

Läbiviidud analüüsis ja koostatud arvutusmodelis kehtivad loogikad, mida pole otstarbekas meetmete juures korduvalt kirjeldada, kuid mis on allolevalt kokkuvõtlikult selgitatud.

- (1) Meetmed on grupeeritud peamiselt lähtuvalt ENMAK 2030+ loogikast, seejuures on iga meetme puhul märgitud, millisesse KHG inventuuri sektorisse KHG vähenemine on arvestatud.
- (2) Aja jooksul suureneb taastuvenergia osakaal energiakandjate jaotuses ning süsinikumahukuse vähenemine mõjutab ka lõpptarbimisele suunatud meetmete KHG vähendamise erikulu. Näiteks kui meede vähendab KHG heidet läbi energiaühiku tarbimise vähendamise, siis sõltub energiaühiku süsinikumahukusest kui suur on vähendamise erikulu. Mida süsinikumahukam, seda „parem“.
- (3) Taastuvenergia osakaaluks energia lõpptarbimises aastaks 2030 on nii ENMAK 2030 kui REKK 2030 dokumentidega määratud 50% ning aastaks 2030 püsib energia lõpptarimine 32 TWh juures. Meetmete analüüs ei keskendu elektritootmises kõigi energiaallikate agregeeritud potentsiaalile, vaid erinevate tehnoloogiate makromajanduslike mõjude kaardistamisele.

- (4) Emissioonivabade energiakandjate puhul sõltub meetme kulutõhusus rusikareeglina sellest, kui suur osa tarnitava tehnoloogia tootmisahelast asub Eestis ja kas tehnoloogia opereerimine tekitab kohalikule majandusele kasu või mitte.
- (5) Välja pakutud meetmete hulgas oli erinevat tüüpi hoonete sisevalgustuse efektiivistamine (võimlad, tööstushooned jms). Selle meetme potentsiaali eraldi ei hinnata kuna see potentsiaal on arvestatud üldiste hoone rekonstrueerimise meetmete juures.
- (6) Välja pakutud meetmete hulgas oli kagu välispiiri projekteerimine ja ehitusel vähese CO₂-heite kavandamine. Selle meetme potentsiaali eraldi ei hinnata. Tõenäoliselt on olemas potentsiaal näiteks patrullisõidukitel alternatiivkütuste kasutamisel, välitööde asemel elektrooniliste süsteemide kasutamisel ja näiteks droonide kasutamisel, kuid arvatavasti on erinevad alternatiivid tööülesannete lahendamiseks kaardistatud niikuinii ja kuna energiakulu = opereerimiskulu, siis on sellega projekteerimisel ja ehitusel arvestatud.
- (7) Põlevkivi kasutamise vähenemine teatud piirini on juba tehtud otsustest ja vastu võetud direktiividest tulenev fakt. Kaalusime põlevkivisektori vähendamise eraldi meetmena kirjeldamist kuid ei leidnud sobilikku metoodikat, mis oleks kooskõlas ülejäänud töö detailsusastmega. Kui põlevkivielekttri tootmist vähendatakse, siis peab arvutusmodeli kasutaja kindlustama, et rahuldatud on muud seadusandlusest või arengukavadest tulenevad nõuded (kodumaine elektritootmine vähemalt X%, varustuskindluse n-1-1 kriteerium jms)

Majandusmõjude analüüsi metoodikast ja tulemuste tõlgendamisest

Välja toodud majandusmõjude hindamise metoodika lühitutvustus ning tulemuste interpreteerimise võimalused on toodud järgnevalt.

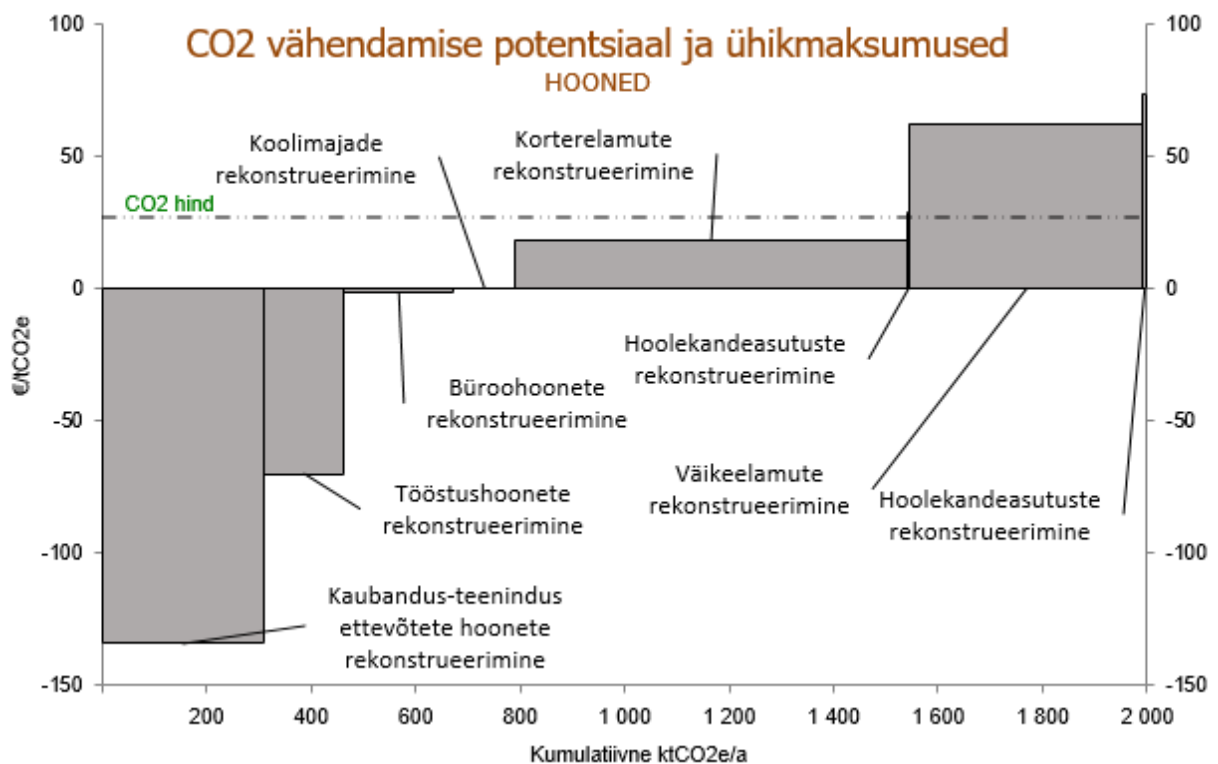
- (1) Sotsiaal-majanduslike mõjude arvutus toob välja kahe peamise näitajana sisemajanduse koguprodukti (SKP) ning tööhõive muutuse. Arvutuskäigud põhinevad rahvamajanduse sisend-väljund raamistikul, mille kaudu leitakse majanduse otsene, kaudne ja indutseeritud (tuletatud) mõju. Analüüsi mudelis tuuakse välja kõigi nimetatud kategooriate koondmõju.
- (2) Sotsiaal-majanduslike mõjude tulemusi meetmete lõikes ei saa automaatselt kokku liita, kuna meetmete mõjud on arvutatud sõltumatult, kuid meetmete paralleelsel (samaaegsel) rakendamisel võivad nende vahel tekkida vastasmõjud, mida on kindlasti keeruline välja arvutada. Siiski annab majandusmõjude hindamise tulemuste summeerimine indikatsiooni mõjude suunast ja ka ulatusest.
- (3) SKP arvutuse juures leiti esmalt lisandväärtuse ehk perioodi (aasta) jooksul toodetud uue väärtuse muutus, mille alusel rahvamajanduse koefitsientide alusel hinnati SKP muutust. Lisandväärtuse ja SKP vahe moodustavad netomaksud toodetele, mis Eestis ajaloolise keskmisena on moodustanud ca 15% SKP-st.
- (4) Tööhõive arvustustes eristati kogumõju ning otsest mõju. Kogumõju leiti majanduse otsese, kaudse ja indutseeritud (tuletatud) mõju alusel. Arvustustes kasutati hüvitised töötajatele koefitsiente (kui palju muutunud tootmismahust ja indutseeritud lõpptarbimisest kulutatakse hinnanguliselt tööjõukuludele) ning Eesti keskmist palka – kuna kogumõju arvutamisel ei ole tegevusalade eristamine võimalik.
- (5) Otsene tööhõive leiti vastavalt siis otsese majandusmõju alusel, lähtudes konkreetsetel tegevusaladel toimunud müügitulude muutuse ja hüvitistest töötajatele hinnangutest. Tööhõive muutuse hindamisel kasutati vastava tegevusala keskmist töötasu ehk saadi tegevusala spetsiifiline hinnang tööhõive muutusele.
- (6) Kui tööhõive kogumõju ei ole võimalik majandusele sektori spetsiifiliselt laiale jagada siis otsene mõju on leitud vastavalt eelnevalt toodule sektori põhisekt. Tulemused on leitavad iga meetme töölehel tabelist "Otsese tööhõive arvestus (2021-2050)" (alates reast 79 või 80). Selles tabelis on toodud tööhõive pikema perioodi peale (2021-2050) kokku, aastapõhise hinnangu saamiseks tuleb number jagada 30-ga.
- (7) Mõju erinevatele piirkondadele on hinnatav läbi selle, kuhu milline sektor on valdavalt koondunud. Näiteks kui meede mõjutab elektritoodangu vähenemist, siis see mõjutab eelkõige põlevkivisektorit Ida-Virumaal. Kui aga kasvab taastuvenergia toodang (tuuleenergia, päikeseenergia) siis ei ole regionaalset

mõju üldjuhul võimalik hinnata. Samuti on regionaalset mõju keeruline hinnata mobiilsemate sektorite puhul - näiteks kui investeeringute teostamiseks on vaja ehitusteenust siis see mõju ei pruugi olla regionaalne. Regionaalset mõju on teataval määral võimalik hinnata ka läbi selle, kus meede ellu viiakse - näiteks kaugjahutuse meede on teostatav ainult Tallinnas, Tartus ja Pärnus ning mõju tööhõivele peaks tekkima ka peamiselt nendes kohtades.

- (8) Mõju püsivus ja kestvus sõltuvad eelkõige sellest, mis laadi tegevusega meede seotud on. Üldjuhul on tootmise lõpetamise (nt põlevkivienergeetika) otsene mõju pikaajaline. Uue tootmise tekitamise korral on investeeringu positiivne mõju tööhõivele suhteliselt lühiajaline ning tootmise/investeeringu edasise haldamise mõju aga pikaajaline, sõltudes investeeringu elueast (maksimaalselt on eeldatud kuni 50a pikkust eluiga).
- (9) Asendustöökohtade meetmetena on võimalik lisaks traditsioonilistele tööturu meetmetele (eelkõige Eesti Töötukassa vahendusel) kasutada selliseid käesolevas analüüsis kirjeldatud kliimapoliitika meetmeid, mis loovad rohkem töökohti kui neid kaotavad.

Hoonetega seotud meetmed

KHG heite vähenemine tekib olemasolevate hoonete energiakasutuse vähenemisel. Seejuures oluline, et mida väiksema eriheitega on hoonetesse tarnitavad energiakandjad, seda väiksem on meetmest tulenev KHG heite vähenemine. Hoonetega seotud meetmete investeeringukulu baseerub erinevat tüüpi hoonete ja erineva energiaklassiga hoonete renoveerimismaksumustel. Kulutõhus meede hoonete renoveerimise valdkonnas on seega meede, mis tegeleb hoonete rühmaga, mis kasutab peamiselt fossiilseid kütuseid, kus energiasäästu potentsiaal on väga kõrge ja mille renoveerimismaksumus on võrdlemisi väike. Esialgne marginaalkulu ja KHG vähendamise potentsiaalide kirjeldus on alloleval joonisel:



Hoonete valdkonnas vaadati üle ka üldised ENMAK 2030+ protsessis tehtud eeldused², mis on paslik siinkohal eraldi välja tuua.

- Uusehituste maht aastas:
 - elamud - **1 %**;
 - mitteelamud - **1,5 %**.
- Hoonefondi kasutusest välja langemine aastas - **0,3 %**.
- Hoonete renoveerimistegevustena on käsitletud **terviklikku renoveerimise** lahendusi, mis tagavad lisaks energiasäästule ka hoonete pikaajalise ja sisekliima, ehk praeguste arvutustingimuste juures minimaalselt energiaklass **C**
- Rahvastiku aastane vähenemine - **0,4 %**.

Hoonetega seotud meetmete puhul on oluline veel märkida, et renoveerimisel väga madalast energiaklassist kõrgemasse, paraneb tõenäoliselt väga olulisel määral ka hoonete sisekliima kuna hoonete täiendaval soojustamisel tuleb renoveerida ka ventilatsioonisüsteem³. Käesoleva töö tarvis ei leidunud piisavalt asjakohaseid uuringuid, et sisekliima paranemisest tulenevad majanduslikke kasusid nagu tervena elatud aastate arvu tõus ja produktiivsuse kasv Eesti tingimustele vastavalt kvantifitseerida, kuid on oluline märkida, et need mõjud on mõõdetavad ning olulised⁴.

² https://energiatalgud.ee/img_auth.php/5/51/ENMAK_2030._Hoonete_energias%C3%A4%C3%A4stupotentsiaali_uuring.pdf

³ <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.010>

⁴ <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.036>

1. Hoolekandeesutuste rekonstrueerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	29	€/tonn
Investeeringu erikulu	268	€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)	147 460	m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	5151	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	Hoon01	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Meetme eraldi käsitus arengukavadest (ENMAK 2030; REKK 2030) puudub, kuid Rahandusministeerium töötas välja Riigihalduse ministri 05. juuni 2017. a määrus nr 31 „Kohaliku omavalitsuse hoolekandeesutuste hoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord“, mille raames toetati KOV hoolekandeesutuste hoonete rekonstrueerimistöid (nn energiatõhususe töid). Toetusmeetme eesmärgiks oli tagada kogu hoone energiatõhususarvu jõudmine vahemikku 121-150 kWh/(m² a). Toetusmeetme eelarve oli 10,4 MEUR ning maksimaalne toetuse suurus ühe rekonstrueeritava hoone köetava pinna ruutmeeri kohta on 107-188 eurot. Meedet rakendati 2017 aastal ning selle raames kuulutati välja taotlusvoor kuhu laekus 12 rahuldatud taotlust. Meetme aluseks töötati välja tüüpilise hoolekandeesutuse renoveerimisprojekti iseloomustavad näitajad, mida on arvestatud ka selle meetme potentsiaalse mõju hindamisel⁵:

hoone köetav pind, m ²	energiatarbe vähenemine, kWh/a	energiatarbe vähenemine, kWh/(m ² a)	energiatarbe vähenemine, EUR/a	hoone ülalpidamiskulude vähenemine, EUR/a	hoone ülalpidamiskulude vähenemine, EUR/(m ² a)
1035,5	89 680,00	86,61	13 291,55	16 152,00	15,60

Prognoosid on arvatud vastava määruse Lisa 3: Nõuded hoone energiaauditile, järgi ja tüüpilises hoones on kasutusel elektrienergia ka soojatootmiseks. Kokkuhoitud heitekoguse arvutamisel on nõutud elektrienergia puhul eriheiteteguri 1,35 t CO₂/MWhja kaugkütte soojusenergia puhul eriheiteteguri 0,18 t CO₂/MWh kasutamine või lähtuda soojusenergia tootmiseks kasutatud kütus(t)e kogustest ning teostada CO₂ heitekoguse arvutus lähtuvalt keskkonnaministri 27.12.2016 määrusest nr 86 „Välisõhku väljutatava süsinikdioksiidi heite arvutusliku määramise meetodid“. (Riigi Teataja, 2017)

⁵Konkreetsed projekti kokkuhoiu andmed energiaaudiitorilt. Kirjalikud andmed pärinevad Riigi Tugiteenuste Keskuselt.

KHG heite vähenemise arvutuskäik oli seega järgmine $89,61 \text{ kWh/m}^2 \text{a} * 1,35 = 116,92 \text{ kg CO}_2 \text{ eq/kWh}$ ehk $0,1169235 \text{ t CO}_2 \text{ eq/MWh}$. Määrus sätestas maksimaalse toetuse määra köetava pinna ruutmeetri kohta (107/188 EUR). Seejuures oli toetuse osakaal maksimaalselt 40-70% abikõlblikest kuludest. (Riigi Teataja, 2017)

Ehitise kasutamise otstarvete loetelu kohaselt kuuluvad hoolekandeesutuste hulka 11310 koodi alla käivad hoolekandeesutuse hooned ehk (Ehitisregister, 2019):

- 11311 Päevakeskus
- 11312 Tugikodu
- 11313 Varjupaik
- 11314 Lastekodu
- 11315 Noortekodu
- 11316 Üldhooldekodu
- 11317 Koolkodu
- 11318 Sotsiaalse rehabilitatsiooni keskus
- 11319 Erihooldekodu

Ehitisregistri andmepäringu järgi on Eestis alla C klassi hoolekandeesutuste köetav pind $147459,7 \text{ m}^2$ ning nende hoonete arv kokku on 114. Keskmine hoone köetava suuruse pind on $1293,5 \text{ m}^2$ mille suurusjärgk kattub ülal toodud energiaauditi näitega. Antud numbrid on saadud ehitisregistri andmete põhjal, mis sisaldab kõiki hoolekandeesutuse hooneid mille energiamärgis on alla C klassi. Andmed on võetud hoolekandeesutuse hoonetele milledele on energiamärgis väljastatud alates 2010 aastast, andes piisava vahemiku kehtiva energiamärgisega hoonetele. Antud valim sisaldab vaid neid hoolekandeesutusi millede energiamärgised kehtivad ka täna (Ehitisregister, 2019)

Hetkel kehtib uus 21.01.2019 vastu võetud määrus „Kohaliku omavalitsuse hoolekandeesutuste hoonete energiatõhusaks muutmiseks ja hoolekandeesutuste energiatõhusate hoonete rajamiseks antava toetuse kasutamise tingimused ja kord“, kuid uusi taotlusvoore ei ole välja kuulutatud.

2. Lasteaiahoonete rekonstrueerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	74	€/tonn
Investeeringu erikulu	364	€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)	405 011	m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	4999	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudelis	Hoon02	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Koolimajade ja lasteaedade rekonstrueerimise hoogustamist on mainitud kui üht olulist tegevust ENMAK 2030 arengukavas. REKK 2030 kuulub meede, meetme - Täiendav avaliku sektori ja ärihoonete rekonstrueerimine, alla. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018). ENMAK 2030+ Teadmispõhise stsenaariumi järgi renoveeritakse koolimaju ja lasteaedu 2030. aastaks 40%-i ulatuses.

ENMAK 2030 eeldatav koolimajade ja lasteaedade rekonstrueerimistoetus teadmistepõhise stsenaariumi põhjal on 35%.

Lasteaiahoonete renoveerimise projekte on 2017 aastal toetanud Keskkonnainvesteeringute Keskus. Selles kuulutati kohalikele omavalitsustele 13.03.2017 välja taotlusvoor. Uut taotlusvooru perioodis 2014-2020 ei ole tulemas.(KIK, 2017)

Toetust jagati määruse „Lasteaiahoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord“ alusel ning määruse Lisas 1 on välja toodud maksimaalne toetuse suurus ühe rekonstrueeritava hoone köetava pinna ruutmeetri kohta eurodes, olenevalt toetuse määra protsendist ning maksimaalsest toetuse suurusest. Selle kohaselt on maksimaalne toetuse suurus ühe rekonstrueeritava hoone köetava pinna ruutmeetri kohta 146/255 eurot. (Riigi Teataja, 2018)Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt saadud 47-me lasteaiahoone rekonstrueerimise projekti näitel arvutati antud uuringu raames lasteaiahoonete keskmisteks väärtusteks alljärgnevalt:

Ehitise kasutamise otstarvete loetelu kohaselt kuuluvad lasteaiaid koodi 12631 alla, mis on „koolieelne lasteasutus (lastesõim, -aed, päevakodu, lasteaed-alkool)“. Lasteaedade millede energiamärgis on alla C köetav pind kokku on 405 011,00 m² ning arvuliselt on neid kokku 291. Keskmine lasteaia köetava suuruse pind on seega 1391,79 m². Antud numbrid on saadud ehistregistri andmete põhjal, mis sisaldab kõiki lasteaiahooneid mille energiamärgis on alla C klassi. Andmed on võetud lasteaiahoonetele, milledele on energiamärgis väljastatud alates 2010 aastast, andes piisava vahemiku kehtiva energiamärgisega lasteaia hoonetele. Antud valim sisaldab vaid neid lasteaiahooneid, millede energiamärgised kehtivad ka täna (Ehitisregister, 2019)

Lasteaias rekonstrueeritav köetav pind ruutmeetrites	Hoonesse tarnitud energia vähenemine (kwh/a)	Energia tarbimise vähenemine, kWh/(m2a)	Kokku hoitud CO2 heitkogus aastas (tonnides)	Hoonesse tarnitud energia vähenemine (eur/a)
1750,90	141551,82	80,84	33,99	9246,53

3. Väikeelamute rekonstrueerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	63	€/tonn
Investeeringu erikulu	400	€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)	6 500 000	m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	399 790	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	Hoon03	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

ENMAK 2030 Tadmistepõhise stsenaariumi järgi on prognoositud väikeelamute renoveerimise ulatus 40%. Riikliku toetuse abil täiendavalt rekonstrueeritud väikeelamute netopind aastaks 2030 on

planeeritud 10,4 mln m². Algtase 0,040 mln m² (2014). (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

REKK 2030 arengukavas kuulub meede, meetme - Eramajade ja korterelamute rekonstrueerimine, alla. Meetme eesmärk on rekonstrueerida 2030. aastaks 40% olemasolevatest eramajadest nii, et nende energiatõhususklass oleks vähemalt C või D.

Meetme eeldused on pärit OÜ Finantsakadeemia poolt koostatud uuringust „Kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis“ ja on ajakohastatud (Finantsakadeemia OÜ, 2018). Uuringus kasutati olemasoleva hoonefondi komplekse renoveerimisega saavutatava energiasäästu majandusliku ja tehnilise potentsiaali hinnanguid (ENMAK 2030) raames. Eramud jagati kahte gruppi – väikeelamud mis vajavad ainult tehnosüsteemide renoveerimist ning teised ka välispiirete renoveerimist (suurem osa elamutest kuulub siia gruppi). Grupist sõltuvalt erinesid ka renoveerimise maksumused ja energiasääst. Eelduste kohaselt renoveeritakse 2030. aastaks täiendavalt 20% väikeelamutest (100% ca 26 mln m²). Arvutustes on eeldatud 25% suurust toetuse määra kuna KredEx pakub juba pikemat aega toetusi hoonete energiatõhususe parandamiseks. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

4. Korteralamute rekonstrueerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	19	€/tonn
Investeeringu erikulu	182	€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)	22 600 000	m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	670 069	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	Hoon04	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energieetika	

Riikliku toetuse abil täiendavalt rekonstrueeritud korterelamute netopind aastaks 2030 on planeeritud 17 mln m². Algtase 1,97 mln m² (2014). (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) Renoveeritakse 50% olemasolevatest kortermajadest selliselt, et nende energiatõhususklass oleks vähemalt C. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Uuringu „Kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapoliitika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis“ raames esitatud põhilised eeldused kortermajade renoveerimisest tulenevaks CO₂ vähendamise potentsiaaliks ja marginaalkulu leidmiseks on alljärgnevad:

OÜ Finantsakadeemia läbi viidud uuringu (Finantsakadeemia OÜ, 2018) eelduste kohaselt renoveeritakse 2030. aastaks täiendavalt 25% elamutest (100% hoonefond ca 34 mln m²). Tarbitud soojusenergia väheneb 68%, rahaline sääst on ca 8 €/m² aastas ning renoveerimise investeering on 170 €/m². Arvutustes oli eeldatud toetuse määr 30% kuna KredEx pakub juba pikemat aega toetusi hoonete energiatõhususe parandamiseks. Meetme ajakohastamisel konverteeriti 2016. aasta hinnad tänastesse hindadesse ja muudeti renoveerimise maksumust.

5. Koolimajade rekonstrueerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	0,2	€/tonn
Investeeringu erikulu	257	€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)	1 300 000	m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	106 824	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	Hoon05	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

ENMAK 2030+ Teadmistepõhise stsenaariumi järgi renoveeritakse koolimaju ja lasteaedu 2030. aastaks 40%-i ulatuses. OÜ Finantsakadeemia poolt koostatud uuringus „Kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapolitiika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis“ on vastavaks aluseelduseks prognoositud 50%.

Lähtuti ENMAK 2030 raames välja toodud lahenduste ühikmaksumusi ja mahtusid, kuna Eestis puudub adekvaatne statistika koolimajade energiatarbimise kohta. Koolimajade energiatarbimisel lähtus OÜ Finantsakadeemia ENMAK 2030 koostamisel analüüsitud 29 koolimaja andmetest. (Finantsakadeemia OÜ, 2018) Maksimaalselt rekonstrueeritavaks koolimajade netopinnaks on hinnatud 1,3 miljonit m² ning renoveerimise investeering on 242 €/m². Toetuse määraga ei ole arvestatud kuna eelduste kohaselt on koolihooned riigi või omavalitsuse omanduses.

6. Büroohoonete rekonstrueerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-1,3	€/tonn
Investeeringu erikulu	244	€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)	2 200 000	m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	186 211	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	Hoon06	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

ENMAK 2030 prognooside kohaselt renoveeritakse 2030. aastaks täiendavalt 20% büroohoonetest (100% hoonefond ca 3,3 mln m²) energiaklass C tasemele. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018) REKK 2030 dokumendis kuulub meede, meetme - Täiendav avaliku sektori ja ärihoonete rekonstrueerimine alla ning ka seal on mainitud samad eeldused, mis ENMAK 2030.

Kuna Eestis puudub adekvaatne statistika büroohoonete energiatarbimise kohta, on kasutatud ENMAK 2030 raames välja toodud lahenduste ühikmaksumusi ja mahtusid. Kokku on renoveerimist vajavate büroohoonete netopinnaks hinnatud 2,2 miljonit m². Keskmine soojusenergia tarbimine vaatluse all olnud büroohoonetest oli 190 kWh/m² aastas. Tarbitud soojusenergia väheneb 81%. Rahaline sääst on ca 111,1 €/m² aastas ning renoveerimise investeering on 244€/m². Eeldatud on ka, et riik motiveerib büroohoonete omanikke toetusega, mis on 10% renoveerimiskuludest. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

7. Energiasäästumeetmete rakendamine Kaitseministeeriumi haldusalas

Kaitseministeeriumi haldusalas saab kasvuhoonegaaside heite vähendamisel panustada suure tõenäosusega, vaid meetmetele, mis ei halvenda kriitilisel määral nende tegutsemisvõimet. See tähendab keskendumist eelkõige energiasäästule olemasolevates ja rajatavates hoonetes.

Kaitseministeeriumi taristukava aastateks 2019-2022 näeb ette eelarvet 96 miljonit eurot ning potentsiaalseteks seotud investeeringuobjektideks:

- Ajateenistuse suurendamist toetav taristu (kasarm, staabirenoveerimine, sõdurikodu Jõhvis)
- Lahingukooli ja Sõja- ja Katastroofofimeediitsinikeskuse kompleks Raadil
- NATO Küberakaitsekeskuse ja sõjaväepolitsei uus hoone
- Laskemoonahoidlad
- Merväe uus hoone
- Liikursuurtükkide ja nende toetusmasinate garaažid
- Tegevväelaste kasarm Tapale
- Kaitseväe juhtimiskeskuse väljaehitamine

Meetme juurde pole täpsemaid numbreid leitud, kuid arvutusmodelis on kohahoidja olemas.

8. Kaubandus- ja teenindushooned

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)		m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	Hoon08	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energieetika	

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013)⁶ järgi oli kaubandus- ja teenindushoonete summaarne maht (netopind) m² 2 900 000. Kuna need andmed pärinevad aastast 2013, on eeldatud, et osa sellest mahust on tänaseks juba rekonstrueeritud. ENMAK 2030+ minimaalselt sekkuva riigi stsenaariumi järgi eeldasid käesoleva uuringu autorid, et kuna

⁶<https://static-pdf.aripaev.ee/OmKteRtx5h7ufNfPZHnOBKZqELM.pdf>

20 aasta jooksul rekonstrueeritakse mitteamuid 15% ulatuses, on aastaseks rekonstrueerimismahuks 0,75%. Eelduste kohaselt kuue aastaga (aastast 2013 aastani 2019) rekonstrueeritud 4,5% ja järelejäänud kaubandus- ja teenindushoonete summaarne rekonstrueeritav maht (netopind) on seega 2 769 500 m². Kaubandusega seotud hoonete hulka arvestatud põhilised kasutusotstarbekoodid EHR järgi antud uuringus olid 12311-toidukauplus; 12312-kauplus, mis ei ole toidukauplus ja 12319- muu kaubandushoone või kauplus.

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi on kaubandus- ja teenindushoonete energiasääst 183 kWh/m²/a (uuringu pakett IV järgi, tarnitud energia muutus soojusenergia + elekter); investeeringu erikulu 152 EUR/m² ja rahaline sääst 20,9 €/m² a (soojusenergia + elekter).

9. Tööstushooned (ilma protsesside energiatarbimiseta)

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/m ²
Maksimaalne võimalik rekonstrueeritav pind (realiseerimisel 100% hooneid vähemalt C energiaklassis)		m ²
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	Hoon09	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energieetika	

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi oli tööstushoonete summaarne maht (netopind) m² 4 800 000. Kuna need andmed pärinevad aastast 2013, on eeldatud, et osa sellest mahust on tänaseks juba rekonstrueeritud. ENMAK 2030+ minimaalselt sekkuva riigi stsenaariumi järgi eeldasid käesoleva uuringu autorid, et kuna 20 aasta jooksul rekonstrueeritakse mitteamuid 15% ulatuses, on aastaseks rekonstrueerimismahuks 0,75%. Eelduste kohaselt kuue aastaga (aastast 2013 aastani 2019) rekonstrueeritud 4,5% ja järelejäänud tööstushoonete summaarne rekonstrueeritav maht (netopind) on seega 4 584 000 m². Tööstusega seotud hoonete hulka arvestatud põhilised kasutusotstarbekoodid EHR järgi antud uuringus olid 12322-muud hulgihooned; 12516- kergetööstuse hoone; 12529- muu tööstuse laohoone.

Eesti energiamajanduse arengukava ENMAKi uuendamise hoonete energiasäästupotentsiaali uuringu (2013) järgi on kaubandus- ja teenindushoonete energiasääst 55 kWh/m²/a (uuringu pakett III järgi, tarnitud energia muutus soojusenergia + elekter); investeeringu erikulu 92 EUR/m² ja rahaline sääst 6,6 €/m² a (soojusenergia + elekter).

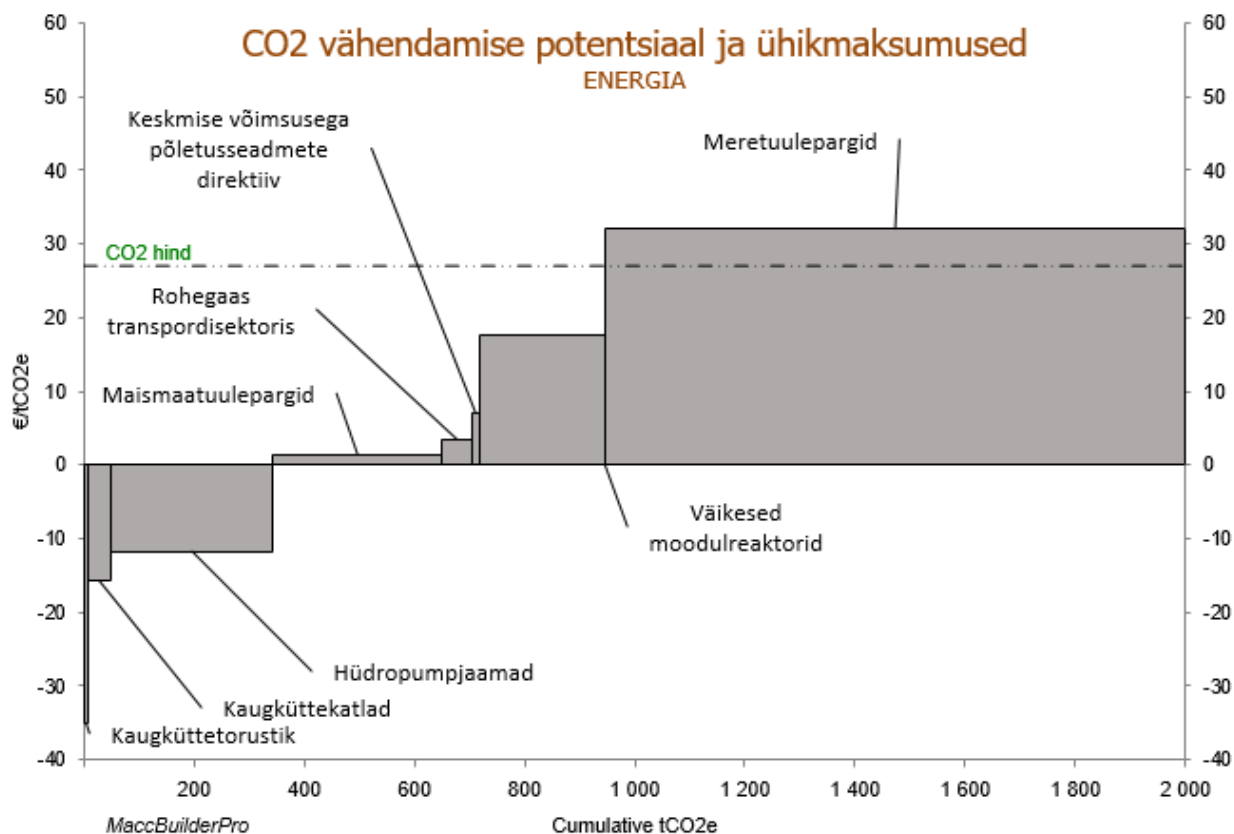
Energiakandjatega seotud meetmed

ENMAK 2030 toob välja, et kütusevabade energiaallikate osakaal lõpptarbimises moodustab aastal 2030 vähemalt 10 %. Hüdroenergia potentsiaal on täna kasutusel, päikeseenergia kasutus väikelahendustes suureneb prognooside järgi kuni 100 MW võrra aastaks 2050 kattes riigi elektritarbimise 9 vajadusest ligi 1%. Tuuleenergia võib aastal 2050 katta riigi elektritarbimise vajadusest kolmandiku. (Majandus- ja

Kommunikatsiooniministeerium, 2017). Taastuvenergia 100 järgi toodetakse elektrienergiat aastal 2050, 7164 GWh. Sellest maismaa tuul moodustab 1274 GWh; ning avamere tuul 5837 GWh.

Energiakandjatega seotud meetmete hulgas on kajastatud ka meetmed, mis käsitlevad transpordikütuseid.

Esialgne marginaalkulu ja KHG vähendamise potentsiaalide kirjeldus on alloleval joonisel:



10. Päikeseenergia osakaalu suurendamine elektritootmises

Marginaalkulu (kulutõhusus)	17,6	€/tonn
Investeeringu erikulu	1 210 000	€/MW
Aastaks 2050 lisandunud PV-jaamade installeeritud võimsus	677,42	MW
PV-jaamade toodang aastal 2050	1068,2	GWh
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	1 275 082	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En01	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Päikeseenergia potentsiaali lagi tuleneb sellest, et teatud piiri ületades on vajalik päikeseenergia võrku integreerimiseks teha täiendavaid olulisi kulutusi reserv- ja salvestusvõimsustele ning süsteemi toimimise tagamisele. On hinnatud, et päikeseenergia võiks aastaks 2030 katta 3,0 % tänasest tarimisest (Tammiste, et al., 2018). Päikesest toodetud elektri osakaal aastal 2018 oli taastuenergia aastaraamatu andmetel 0,0001% ehk kaduvväike. Arvutusmodelis on ette nähtud, et aastaks 2050 ületab päikeseelektri toodang 1 TWh piiri ja aastane installeeritud maht on igal aastal 22,6 MW. Võrdluseks: aastal 2018 ühendati võrku 91,64 MW päikeseenergial elektritootmist.

Päikeseenergia investeeringukulude hindamisel on kasutatud IRENA taastuenergia tehnoloogiate raporti andmeid⁷. Kuigi globaalne kaalutud elektri hind Wh kohta on raportis olemas, kasutab arvutusmodel keskmiist investeeringumaksumust käesoleval hetkel paigaldatud jaamale ning kasutustegurit 18%.

10. Meretuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises

Marginaalkulu (kulutõhusus)	32,0	€/tonn
Investeeringu erikulu	3 800 000	€/MW
Aastaks 2050 lisandunud meretuuleparkide installeeritud võimsus	1300	MW
Meretuuleparkide toodang aastal 2050	4959	GWh
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	5 920 024	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	En02	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Tuuleenergia CO₂ vähendamise potentsiaal Eestis aastaks 2050 oleks üks suurimaid kuna meetmega on võimalik viia tarbijani suures mahus süsinikuvaba elektritootmist. Hinnanguliselt oleks tuuleenergia maht aastaks 2030 12% (Tammiste, et al., 2018).

Rahvusvaheline taastuenergia Agentuur IRENA tõi oma 2012.a.uuringus välja, et Euroopa meretuuleparkide rajamise keskmine kulu 2010.a. oli 4000 – 4500 USD/kW ehk siis ligikaudu 3760 – 4230 €/kW ehk siis umbes 3,7 – 4,2 miljonit eurot 1 MW kohta. See on samassuurusjärgus kui ENMAK 2030 koostamise käigus hinnatud meretuuleenergia rajamiseks vajaliku investeeringumaksumus: 2,8 – 4,4 miljonit eurot MW kohta. Tuulepargi rajamise lõpliku maksumuse määrab siiski tuulepargi asukoht ja seal valitsevad tingimused. Eri tööde hinnangul on meretuuliku ehitus 1,6 kuni 1,9 korda kallim kui maismaatuulik. Samasproгноoside järgi väheneb vahe tänu tehnoloogilise progressile 1,5-ni. Tuulepargi investeeringukulu, kuhu alla käivad alusrajatise ehitamise kulu, ülekandevõrgu kulud ja tuuliku rajamise muud kulud, on 3,7 miljonit €/MW. (Piirimäe, Pihor, Rozeik, & Piirits, 2017) Arvutusmodelis on meretuule hinnanguliseks investeeringu erikuluks märgitud 3,8 miljonit eurot MW. Kasutusteguriks on

⁷ https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf

võetud realistlik 45% ja võimalikuks installeeritavaks võimsuseks konservatiivne 1300 MW, mis baseerub praegustel Loode-Eesti ja Liivi lahe projektidel.

Maapealse tuule keskmine hind Saksamaal 2017.aastal oli 0,06 USD/kWh ja arvatakse, et see langeb 2020.aastaks 0,05 USD/kWh.

11. Maismaatuuleparkides toodetud elektri osakaalu suurendamine elektritootmises

Marginaalkulu (kulutõhusus)	1,4	€/tonn
Investeeringu erikulu	1 335 651	€/MW
Aastaks 2050 lisandunud maismaatuuleparkide installeeritud võimsus	500	MW
Maismaatuuleparkide toodang aastal 2050	1068,2	GWh
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	1 720 349	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	En03	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Maismaatuuleparkide rajamine on umbes kolm korda odavam meretuuleparkide rajamisest, kuid projektide arendamist takistavad veel tõenäolisemalt planeeringuga seotud takistused – lähedalasuvate kogukondade vastuseis, radarid, kehvad tuuletingimused jms. Seetõttu ei ole töös väga suures mahus uute maismaatuuleparkide rajamisega arvestatud. Pigem saab kasv tulla olemasolevates parkides amortiseerunud tuulikute asendamisest võimsamatega ning olemasolevate parkide laiendamisest. Töös hinnatakse IRENA viimase analüüsi alusel kasutusteguriks 34% ja paigaldusmaksumuseks 1 335 651 eurot MW.

12. Hüdropumpjaamad

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-11,7	€/tonn
Investeeringu erikulu	800 000	€/MW
Aastaks 2050 paigaldatud hüdropumpjaamade installeeritud võimsus	500	MW
Hüdropumpjaamade toodang aastal 2050	1394	GWh
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	1 663 617	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	En04	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Hüdropumpjaamad toimivad süsteemis nii tarbijate kui tootjatena. Suuremahulised kiiresti käivituvad reservid võimaldavad integreerida elektrivõrku suures mahus taastuvelektritootmist ennustamatu

tootmisvõimsusega energiaallikatest (päike ja tuul). Seega tuleb KHG heite vähenemine otseselt hüdropumpjaama toodangust ning see on eelduseks ka teiste taastuvenergia tootmisvõimsuste kasutuselevõtuks. Meedet ei ole eraldi meetmena senistes arengudokumentides käsitletud. Taastuvenergia 100 dokumendi keskseks osaks on poliitikasoovitus hüdropumpjaama näol, mis suudab katta elektri tarbimise tippe päevadel, mil tarbimine ületab baaskoormust, salvestades elektrit madala tarbimise ajal (ning madalate elektrihindade) ning tootes vajalikku elektrit tiputundidel. Hüdropumpjaama abil on aastaks 2050 elektrienergia tootmist ennustatud koguses 1527 GWh-d ning aastaks 2030 1291 GWh-d. (Vassiljev, Tammist, Soone, & Tamjärv, 2012) Praegu on konkreetsemad plaanid Eesti Energial 50 MW paigaldise osas⁸ ja Pakri tööstuspargil (endine Energiasalv Maardus) 500 MW jaama osas⁹. Aastaks 2050 arvestab arvutusmodel 500 MW hüdropumpjaamade mahuga ning pea 1,4 TWh toodanguga. Jaamade „kasuteguriks“ on arvestatud 80%, st 20% on kaod ostetud ja müüdud energiakoguste vahel.

13. Bioloogilistest materjalidest toodetud rohegaasi osakaalu suurendamine transpordisektori gaasitarbimises

Marginaalkulu (kulutõhusus)	3,5	€/tonn
Investeeringu erikulu	1 800 000	€/mln m ³
Aastaks 2050 installeeritud biometaanitootmise	1205	GWh/a
Biometaanitoodang aastal 2050	133 900 000	mln m ³
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	306 213	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	En05	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energieetika	

Meetmes tekib KHG vähenemine fossiilset päritolu transpordikütuste asendamisel taastuvast energiaallikast toodetud gaasiga, vastavalt kehtivale soodusskeemile. Energiaallikaks on anaeroobse kääritamise teel saadud biometaan ning toorainetena on tinglikult arvestatud jäätmete ja jääkide voogudega, mille kasutuselevõtu tulemusel on rohegaasi tootmise omahind tinglikult kuni 150 €/MWh koos kapitalikuludega. Olemasolevate biogaasijaamade alusel hinnati investeeringu erikuluks 1 800 000 eurot miljoni kuupmeetri rohegaasi kohta. Arenduses olevate projektide põhjal tehtud eksperthinnangutel arvestatakse töös muutuvkuludeks 44 €/MWh.

Meetmes pole arvestatud mõjudega mis kaasnevad vedelkütustelt rohegaasile üleminekul, vaid arvutused on eeldusel, et surugaasi tarbimine transpordis võimaldab osa sellest üle viia rohegaasile ja heite vähenemine tekib maagaasi heite vastu.

Sellel meetmel on kõrvalmõju põllumajandusest tekkivate kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamisel, kuna osa toormetest tuleb põllumajandusest ning vähenevad sõnnikukäitlusest ja sõnniku laotamisest tulenevad metaani ja dilaammastikoksiidi heitkogused.

⁸<https://www.err.ee/857972/estonia-kaevandusse-kavandatakse-pumphudroelektrijaama>

⁹<https://ec.europa.eu/eipp/desktop/et/projects/project-247.html>

Maksimaalne meetme potentsiaal kujuneb sõidukite arvu olet4Arvutusmodelisse on lisatud moodul, mis võimaldab sõiduautode ja raskeveokite gaasitarbimist arvutada. Käesolevas töös on eeldatud, et aastas ostetakse 1000 uut sõiduautot ning 200 uut raskeveokit, mis kasutavad surugaasi. See moodustab alla 5% aastas müüdavatest uutest autodest ja on realistlik eesmärk.Meetme tulemusel on aastaks 2050 tänavatel 31 000 rohegaasil sõitvat sõiduautot, 6200 raskeveokit ning nende summeeritud kütusetarbimine on 1205 GWh aastas, mis on ka selle meetme potentsiaali maksimumiks. Meede arvestab üleminekut

Võrdluseks: Eleringi poolt koostatud Eesti pikaajalise gaasitarbimise prognoosi uurimistöös on võrgugaasi tarbimise üldine prognoos 2025. aastaks 4825 GWh(4 825 000 MWh), sellest 105 GWh kulub tarbitud elektrienergia tootmiseks ja 2669GWh tarbitud soojuste tootmiseks. Lõpptarbimine transpordisektoris on 268 GWh. (Elering, 2016)

14. Kaugküttetorustiku renoveerimine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-35	€/tonn
Investeeringu erikulu	335 000	€/km
Maksimaalne rekonstrueeritavate trasside pikkus kokku	357	km
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	45 737	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	En06	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Kaugküttetorustiku renoveerimine käib ENMAK 2030 meetmeSoojuste tõhus ülekanne alla, mille eesmärgiks on kaugkütte soojuskao vähenemine, 0,184 TWh (2030). Mille olulisemad tegevused on kaugküttesüsteemide soojustorustiku vahetus, seadusandluse muutmine soojusenergia tõhusaks ülekandeks, teadus- ja arendustegevus. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)Meede kuulub ka REKK 2030 meetme Soojamajanduse arendamine alla, mille eesmärgiks on ulatuslikum taastuenergia kasutamine, üleminek vähem süsinikku eraldatavatele kütustele, energeetika- ja energiamuundamise sektori tõhustamine, soojuskadude vähendamine. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Eesti Arengufondi (2013) teostatud kaugkütte jätkusuutlikkuse analüüsi andmetel on kaugküttetorustike läbimõõdu vähendamise ja eelisoleeritud torustiku paigaldamise arvel teoreetiline soojuskao vähendamine keskmiselt 56% – sellega väheneks võrgukadu 100 m kohta tänaselt 67,5 MWh-lt 29,7 MWh-ni.Arvestuste kohaselt on väikese võimsusega, jätkusuutlike, renoveerimata kaugküttevõrkude pikkuseks ca 357 km – eelduste kohaselt renoveeritakse 75% sellest aastaks 2030. Renoveerimise maksumuseks on arvestatud 319 €/m.Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 536 GWh ehk ligikaudu 3,4% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 137 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019). Torustiku rekonstrueerimise maksumus põhineb tänapäeval hindadel arvestusega, et suuremad magistraalid, mida on kallim rekonstrueerida (~DN 400) on vahetatud ja täiendav potentsiaal on madalama rekonstrueerimismaksumuse ja soojusülekanne mahuga torustikes.

Perioodil 2007 – 2013 eraldatud toetused:

- Katlamajade rajamine/ümberehitamine biomassile (osaliselt ka kaugküttetorustiku renoveerimine) 24 projekti;
- maksumus: 15 085 337 €;
- toetuse summa: 7 418 506 € (49,2%).

15. Kaugküttekatelde renoveerimine ja kütuse vahetus

Marginaalkulu (kulutõhusus)	-15,7	€/tonn
Investeeringu erikulu	400 000 MW	€/MW
Maksimaalne asendavate katelde hulk	350	MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	221 433	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En07	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Koostootmise CO₂ vähendamise potentsiaal Eestis aastaks 2030 oleks 0,4% ehk 0,06 Mt. (Tammiste, et al., 2018)

OÜ Finantsakadeemia uuringu lõpptulemusena arvatud kaugküttekatelde renoveerimise potentsiaal on:

1. CO₂vähendamise potentsiaal aastal 2050: 211 628 t CO_{2e}
2. Kaugkütte katelde renoveerimise marginaalkulu on -16,4 €/t CO₂(Finantsakadeemia OÜ, 2018)

16. Keskmise võimsusega põletusseadmete direktiivi ülevõtmine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	7,1	€/tonn
Investeeringu kulu	13 500 000	€
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	76 000	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En08	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Võeti Eesti õigusesse üle 19.12.2017. Reguleerib nn keskmise võimsusega põletusseadmeid nimisoojusvõimsusega 1-50 MW. Keskmise võimsusega põletusseadmeist pärit õhusaasteainete heide ei ole üldiselt ELi tasandil reguleeritud ning seetõttu on asjakohane täiendada põletusseadmete suhtes kehtivaid õigusakte selle seadmekategooria osas. (Keskkonnaministeerium, 2017)

Direktiivi käsitusalasasse jäävatel kütistel (1-50 MW_{th}) peaks KAUR andmetel kuuluma ca 806 kütist (1064 katelt), millest 81%-il puudub puhastusseade.

Meetme analüüsimisel peaks hindama, kas ettevõtte on nõus ja võimelised neid investeeringuid oma kateldele tegema ja edaspidi maksma kõrgemaid opereerimiskulusid. Samuti võib olla oht, et minnakse üle nt LNG või maagaasi vms lahendusele. Sellisel juhul CO₂ emissioon hoopiski kasvab.

Eestis töötas 2015. aastal maagaasil 448 põletusseadet, neist ligikaudu 40 ületas lämmastikoksiidide piirväärtusi. Tahkel biomassil töötas 224 seadet, millest 30 ei järginud direktiiviga ette nähtud SO₂, 20 NO_x ja 217 osakeste heite piirväärtusi. Vedelkütusel töötavaid seadmeid oli 269, nendest 132 seadmel oli raskusi SO₂ piirväärtuste järgimisega, 10 seadmel NO_x ja 232 seadmel osakeste heite piirväärtustega. Raskel kütteõlil töötavaid seadmeid oli 22 ning nendest 14-l oli probleem SO₂ piirväärtustega. Osakeste piirväärtusi ületasid 19 põletusseadet. Muu gaaskütusel töötavaid põletusseadmeid oli 2015. aastal 21, nendest neljal tekkis probleeme SO₂ piirväärtustega ning NO_x-iga ühel seadmel. Muu tahke kütusega töötas vaid seitse keskmise võimsusega põletusseadet 2015. aastal, kõik neist ületasid SO₂ piirväärtusi. (Keskkonnaministri määruse „Väljaspool tööstusheite seaduse reguleerimisala olevatest põletusseadmetest väljutatavate saasteainete heite piirväärtused, saasteainete heite seirenõuded ja heite piirväärtuste järgimise kriteeriumid“ eelnõu seletuskiri, 2017)

Põletusseadme eluiga võib ulatuda kuni 30 aastani. Eesti kaugküttes kasutatavate 1–5 MW_{th} põletusseadmete keskmine võimsus on 2,3 MW_{th}. 2 MW_{th} kottfiltri maksumuseks on ligikaudu 112 000 eurot. Kasutades keskmist hinnangut, et filter maksab 125 000 eurot, millele lisandub 30 000 eurot paigaldamisega kaasnevat kulu, võib hinnata, et kaugküttesektori tahkekütuseid kasutavatel kaitistel tuleb piirväärtuste täitmiseks kokku investeerida ca 13 500 000 eurot. (Keskkonnaministri määruse „Väljaspool tööstusheite seaduse reguleerimisala olevatest põletusseadmetest väljutatavate saasteainete heite piirväärtused, saasteainete heite seirenõuded ja heite piirväärtuste järgimise kriteeriumid“ eelnõu seletuskiri, 2017)

17. Soojuspumpade paigaldamise toetamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	142,5	€/tonn
Investeeringu erikulu	660 000	€/MW
Maksimaalne paigaldatavate soojuspumpade võimsus	36	MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	9361	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En09	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Juhul kui meedet rakendada ja soojuspumpade paigaldamist soodustada, on täpse CO₂ vähenemise eelduse tegemiseks informatsiooni selle kohta, millist segmenti eluhoonetest ja/või mitte-eluhoonetest meede adresseerib. Juhul kui soojuspumpad paigaldatakse olemasolevatesse ahiküttega eluhoonetesse, siis väga suure positiivse mõjuna paraneb välisõhu kvaliteet varasema saasteallika juures. Soojuspumpade paigaldamisega suureneb aga elektrinõudlus. Elektritootmine Eestis pole 100% taastuvenergiallikate põhine, seega heide suureneb. Töö autorite andmetel arvestab Statistikaamet ahikütet eramutes statistilise meetodi alusel, tuginedes viimase (2011) rahval ja eluruumide loenduse andmetele. 2021. aasta loendus põhineb suure tõenäosusega registrite andmetel ning heitele tekkiva mõju hindamiseks tuleks analüüsida Statistikaameti eluruumide tehnosüsteemide „loendamise“ meetodikat. Lisaks on oluline välja tuua, et tõhusate soojuspumpade osakaalu suurendamine aitab tõsta

taastuenergia osakaalu soojusenergia tootmisel, vastavalt taastuenergia direktiivi eesmärkidele ja metoodikale.

CO₂ vähenemine on käesolevas töös autorite lihtsustus kirjeldatud läbi primaarenergia vähenemise juhul kui asendatakse põletusseadet. Primaarenergia kasutuse vähenemiseks on loetud 20%(Bianco, Scarpa, & Tagliafico, 2017), mis on konservatiivne eeldus ja arvestab aluseks oleva uuringu tingimuste ja Eesti tingimuste erisusega.

Investeeringukulu:Ekspert hinnangul maksab eramajade puhul maasoojuspumba paigaldus (võimsusega 12...15 kW) ca 12 000 € ja õhk-vee soojuspumba paigaldus (võimsusega 12...15 kW) ca 9000 €.Keskmine investeeringukulu ühele pumbale on 10 500 € ning ekspert hinnangul toodab üks pump umbes aastas umbes 34 MWh(0,03 GWh) energiat. See hind sarnaneb soojuspumpade konkurentsivõime uuringus (Ilisson, 2019)võetud eeldustele ja töös on kasutatud investeeringukulu 660 000 eurot/MW paigaldatud elektrivõimsuse kohta.

18. Kaugküttepiirkondades sooja tarbevee tootmine kaugküttest elektri boilerite asemel

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatavate soojuspumpade võimsus	36	MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	8514	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En10	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energieetika	

Tarbevee soojendamine kaugküttega on mõistlik, kuna suurema osa aastast kasutatakse vee soojendamiseks sedasama soojust, millega köetakse ka radiaatoreid, on sooja vee tootmine väga efektiivne. Tootmiskad on väikesed ja nii ongi energia megavatt-tunni hind elektrist oluliselt odavam. (SW Energia OÜ, 2017)

Alla 1,0 väärtusega kaugküttevõrk on suure tõenäosusega jätkusuutmatu. Selliseid kaugküttevõrke on peale hoonete soojustamisest saavutatud energiasäästu kokku 65 (30 000 inimest ja tarbimismahut 109 GWh) kõigist hinnatud võrkudest. Vastavad kaugküttele jaamad võiks viia üle lokaalsele küttele(Vali, 2013). Kuna tegemist on üldise soojustarbimisega võrreldes suhteliselt marginaalse soojustarbimisega (2%), siis jätame selle järgnevast analüüsist välja.

Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu andmetel ei ole tõenäoliselt umbes 30% kaugküttepiirkondadest suvel töös. Samas nende tarbimismahud on pigem väikesed. Ühingu andmetel on Eestis hetkel 178 võrgupiirkonda. Seega hinnangulise suvise tarbevee müügitulu saaks kui 200 MWh x 0,3*178 = 10 680 MWh (10 GWh), mis võiks olla kolme suvekuu täiendav toodang.

Kuna kaugküttele on 72% kasutegur (maapiirkondades võib see olla väiksem), siis on soojusenergia kadu vett soojendades 28% ehk tegelikult on vaja 10,6 GWh soojusenergia tarbijateni viimiseks toota 13,76 GWh soojust. Kaugkütte CO₂ eriheide on 0,26 seega aastaseks CO₂ koguseks kujuneb 3554 tonni. Sama koguse elektrienergia, arvestades, et sooja vett saadakse suvel elektri boileriga, aastane CO₂ kogus oleks 12 068 tonni (eriheide elektriküttele on 1,13). Elektrienergia ja kaugkütte aastane CO₂ heitme hulga vahe,

milleks on 8514 tonni, näitab kui suur on CO₂ säästmise potentsiaal suvel, kui kasutada elektri boileritega tarbevee kütmise asemel kaugkütet. Järgneva 30 aasta peale on selle meetme säästetud CO₂ hulk 255 426 tonni.

19. Lokaalsete kütelahenduste ehitamine kaugkütelahenduse asemel

Marginaalkulu (kulutõhusus)	47,7	€/tonn
Investeeringu erikulu	452 000	€/MW
Maksimaalne paigaldatavate lokaalkatelde võimsus	36	MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	15143	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En11	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Meetme eesmärk on ulatuslikum taastuenergia kasutamine, üleminek vähem süsinikku eraldavatele kütustele, energeetika- ja energiamuundamise sektori tõhustamine, soojuskadude vähendamine. See meede hõlmab soojamajanduse arendamist sh. katlamajade ja küttevõrkude renoveerimist ning tarbijate üleminekut lokaal- ja kohtküttele. Meede hõlmab üleminekut kütteõlilt taastuenergiale ja/või kohalikele energiaallikatele, milleks on biomass, turvas jms., kaugküttevõrkude soojakadude vähendamist ning ebatõhusalt töötavate kaugküttevõrkude (1 m kütetorude kohta müüakse alla 1,2 MWh soojust) ümber ehitamist lokaal- ja kohtküttesüsteemideks. Rakendatakse alates 2015. aastast. (Vabariigi Valitsus, 2017)

Tarbijate üleminek lokaal- ja kohtküttele – ebatõhusalt töötavad kaugküttevõrgud (1 m kütetorude kohta müüakse alla 1,2 MWh soojust) ehitatakse ümber lokaal- ja kohtküttesüsteemideks. Hinnanguliseks kuluks prognoositakse ligikaudu 1 miljon eurot aastas. (Keskkonnaministeerium, 2017)

Keskkonnaministeerium on prognoosinud KHG-de leevendamismõju kokku 2020.aastal 19,7 kt CO₂ekv, 2025.aastal 23,3 kt CO₂ekv, 2030.aastal 42,9 kt CO₂ekv, 2035.aastal 54,7 kt CO₂ekv. (Keskkonnaministeerium, 2017) Finantsakadeemia hinnangul vähendaks meede perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 68 kt CO_{2e} ja 2031-2050 328 kt CO_{2e}. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

20. Väikeste moodulreaktorite rajamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	27,9	€/tonn
Investeeringu erikulu	3 687 500	€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus	600	MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	5 279 470	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En12	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

KHG heite vähendamine tuleneb sellest, et energiaallikas on heitevaba, aga tekivad radioaktiivsed jäätmed, mille käitlemiseks Eestis praegu lahendust pole (ladestab AS A.L.A.R.A.). Käsitatud tehnoloogia on sulasoolreaktorid ja võimalik oleks ka põlevkivikatla asendamine moodulreaktoriga.

Võimaliku installeeritava mahu piirangut analüüsiti Eleringi pikaajaliste energiatootmise stsenaariumite kontekstis, mis analüüsis Eesti varustuskindlustust aastani 2033. Kasutatavate tootmisvõimsuste hinnangu kohaselt jääb Eleringi aruande „Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2018“ joonise 5.10 järgi 2030 aastal varustuskindlusest puudu ca 600MW, juhul mitte arvestada välisühendusi Soome ja Läti. (Elering, 2018) Suurusjärg on sarnane Fermi Energia OÜ eksperthinnangugakelle eesmärk on esitada ehitusloa taotlus esimese moodulreaktori rajamiseks 6 kuu jooksul peale Kanadas/USAs esimese 4nda põlvkonna reaktori valmimist 2027/28 ehk alustada töhüsa loamenetluse korral ehitusega 2029/30, mis võimaldaks alustada elektri tootmisega esimesest reaktorist 2032/33 võimsusega 200 või 300MW, mis annaks vastavalt 1,7 kuni 2,5TWh elektrit LCOE hinnaga 45€/MWh, mis peaks 2030ndate aastate turul olema väga konkurentsivõimeline. Arvestades, et selleks ajaks nii Balti elektrituru defitsiiti ca 14TWh (mida täiendavad tuulepargid ära ei kata), on seega turu potentsiaal perioodis 2032-2040 5-8 väikest moodulreaktorit või võimsusega 1600MW. Ideaalis oleks põhjendatud eesmärk juba 2040 aastaks toota Eestis 14TWh elektrienergiat omahinnaga 50€/MWh (koos salvestuskuluga) ning keskmiseks müügihinnaks 2032-2040 65€/MWh. Juhul kui rajatakse 200MWe reaktor, siis kõik jäätmekäitluskulud¹⁰ arvutatakse kuluna €/MWh palju loa omaja ehk elektri tootja peab need kulud kandma. Arvestades Soome näidet, mis ainsa riigina on geoloogilise lõpphoidla rajanud alles viimastel aastatel kuigi esimene õppereaktor alustas tööd 1962 ja tuumaenergiast elektri tootmine Loviisas algas 1977, siis ei IAEA juhised ega rahvusvaheline praktika ei nõua tuumaenergia programmiga alustades juba kasutatud tuumkütuse lõppladestuse lahenduse täpset planeerimist. Eriti pole see praktiline kuivõrd alles rajamisloa taotluse eel tehakse lõplik valik taotletava reaktoritehnoloogia osas ning koos rajamistootlusega esitatakse taotleja poolt radioaktiivsete jäätmete käitlemise täpsustatud kava ning teostatakse arvutused koostöös regulaatoriga asjakohase jäätmekäitluskulu makse kohta. (Kalev Kallemets, 2019)

Terrestrial Energy on arvestanud CAPEXiga 3000 USD/kWe=2700€/kWe ehk 550m EUR 190MWe elektrijaam, millele lisanduvad asukohaspetsiifilised arendus-, litsentseerimis-, võrguehitus- jmt kulud (Terrestrial Energy, 2019), kuid kokkuvõttes ca 800mln eur. Ehk kokku capex 4200 €/kWe. Moltex Energy prognoositav 300MWe NOAK (Nth of a kind) CAPEX on £777 mln ehk 932 mln eur (Moltex Energy, 2018) (ning Moltex Energy Ltd. vahetatud mitteavalikud andmed), milles sisalduvad juba asukohaspetsiifilised kulud. Ehk kokku capex 3100 €/kWe. Seega tänase parima teadmiseiga oleks keskmiseks capexiks põhjendatud 3700€/kWe ning 1600MW puhul annab see tervikinvesteeringuks 5,9 miljardit eurot. Kuna investeering toimub 5-8 reaktori rajamisse, siis on sellel olulised eelised: a) riskimaandus iga reaktori eraldi ehituse ja finantseerimisega; b) oluline õppevõime ja võimekuse areng reaktorite rajamiseks; c) tulugenereerimine esimestest reaktoritest, mis aitab rahastada järgmiste rajamist. (Kalev Kallemets, 2019)

¹⁰Rahvusvaheline tuumaenergiagentuur (IAEA) kasutab terminina radioaktiivsed jäätmed. Tekivad a) kasutatud kütus (mida Eestis ei ole) ning b) kesk-ja madalradioaktiivsed jäätmed (mille vaheladustamisega AS ALARA Paldiskis praegu tegeleb ning mille lõppladustust Keskkonnaministeerium asub planeerima, projekteerima: <https://alara.ee/projektid/endise-sojavaeala-paldiski-tuumaoobjekti-reaktorisektsioonide-dekomisjoneerimise-ning-radioaktiivsete-jaatmete-loppladustuspaiga-rajamise-eeluuringud-2014-2015/>) (Kalev Kallemets, 2019)

21. Põllumajandusmasinate kütuse tõhusam kasutamine ja alternatiivkütuste kasutamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis	En13	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

Meede jaguneb tõenäoliselt kaheks, kus ühes meetmes tuleb KHG vähendamise potentsiaal mootorikütuste kasutamise tõhustamisest (ehk tarbitakse vähem) ja teisel juhul alternatiivkütuste kasutuselevõttust (tarbitakse madalama heitega kütuseid). Mootorikütuseid käsitletakse kuna vähemalt aastal 2012 jagunes põllumajandussektori energia lõpptarbimine järgmiselt: mootorikütused 60%, muud kütused 14%, elekter 17% ning soojusenergia 9%. Seega on tõenäoliselt põllumajanduses kõige suurem energiasäästu probleem ja ühtlasi potentsiaal seotud mootorikütuste tõhusama kasutamisega. (Maaeluministeerium, 2019) Andmeid tuleb värskendada.

Fossiilsete kütuste kasutamine üldiselt põllumajanduses 2016. aastal: kivisüsi 5000 t, maagaas 10 mln m³, vedelgaas 2000 t, põlevkiviõli(raske fraktsioon) 1000 t, kerge kütteõli ja diislikütus 114 000 t, kerge kütteõli 4000 t, diislikütus 110 000 t, autobensiin 4000 t.

IPCC andmetel tekitab diislikütus 3160 kg/t CO₂. Põllumajanduses kasutati 2017. aastal 29 000 tonni diislikütust (Statistikaamet, 2019). Seega 2017. aastal toodeti põllumajanduses: 3160 x 29 000= 91 640 t CO₂. (Winther & Dore, 2017)

22. Taastuvate energiaallikate osakaalu suurendamine transpordis tarbitud energias

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Taastuvate energiaallikate osakaalu eesmärk transpordis on 10% aastaks 2020 ja 14% aastaks 2030. Kui Eesti kasutaks 2030. aastaks transpordisektoris 18,5% ulatuses biokütuseid, siis see vähendaks 0,14 Mt CO₂. (Tammiste, et al., 2018) Transpordisektoris biokütuste kasutamise osakaalu suurendamine vähendaks 2020. aastal 251,8 kt CO₂ ekv, 2025. aastal 294,3 kt CO₂ ekv, 2030. aastal 329,6 kt CO₂ ekv, 2035. aastal 319,6 kt CO₂ ekv. (Keskkonnaministeerium, 2017)

2012. aastal alustatud elektriautode kiirlaadimisvõrgu rajamise tulemusena loodi laadimispunktid üle Eesti ja need olid KredEx toetusprogrammi raames põhiliseks taastuvenergia allikal (rohelistel energial) põhinevaks meetmeks transpordisektoris. Nimetatud programmi lõppemisel 2014. aastal ei ole elektriautodel kohustust üksnes rohelist energiat tarbida. Vastavalt vedelkütuste seadusele lasub alates 2018. aasta 1. maist aga kõigil kütusetarnijatel Eestis kohustus lisada müüdavale mootorikütusele (v.a mootoribensiinile oktaanarvuga 98) ligi viie mahuprotsendi jagu biokütust. Alates 1.04.2019 peaks biokütuste mahuprotsent mootorikütuste tarbimises suurenema 6,4%-le ja aastaks 2020 10%-le.

KHG vähendamine tekib peamiselt bensiini ja diisli asendamisel emisioonivaba või vähese emissiooniga energiaallikaga. Meede jaguneb tõenäoliselt mitmeks, vastavalt erinevatele energiakandjatele: vedelkütuste biokomponendid, biometaan ja vesinik. Pole veel otsustatud mis viis oleks parim kajastamaks energiakandja dekarboniseerimise mõju tarbija juures. Seepärast pole veel eraldi meetmetena välja toodud CNG, LNG, elektri, vesiniku jms sõidukite ostu soodustamist. Energiakandja vahetumisel vahetub ka sõiduk ja KHG heite erikulu hindamise mõttes peaks nii tootmise kui ka tarbimise poolt arvestama.

ENMAK 2030 teadmistepõhise stsenaariumi puhul on 2030. aastal energia lõpptarbimine transpordisektoris 8,06 TWh, CO₂ekv heide on stsenaariumi puhul 1 276 000 t, mittesekkuva stsenaariumi puhul oleks see 3 002 000 t. Taastuvate energiaallikate tarbimine oleks 2030. aastal mittesekkuva stsenaariumi puhul 1,19 TWh, teadmistepõhise puhul 2,11 TWh. Taristu investeeringud oleksid 1 500 M€.CO₂ heitkogused langeksid teadmistepõhise stsenaariumi puhul 43%. (Vabariigi Valitsus, 2017)

23. Tööstusettevõtete jääkgaaside toodetena ringlusse võtmine (*carbon capture and utilisation*)

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO ₂ eq
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

KHG heite vähenemine tekib kuna süsinikuühendeid ei paisata õhku, vaid püütakse kinni ja muudetakse toodeteks. Tehnoloogiad, mida analüüsida on:

- vetikate abil süsiniku püüdmise ning etanooli tootmine
- olmeprügist etanooli tootmine
- süsiniku püüdmise ja fischer-trops meetodil metanooli tootmine
- kokkukogutud CO₂-est e-vedelike tootmine

- kokkukogutud CO₂ kasutamine f-gaasina

Juhtrühma koosolekult oli tagasiside, et tööstus peaks tootmises juba arvestama CO₂ vähendamist ja tegema TA tegevusi, et pikemas perspektiivis jõuaksid süsiniku neutraalsuseni või CCU/CCS meetmete toimimiseni.

Tallinna Tehnikaülikool viib aastatel 2019-2021 läbi projekti “Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate”, mille eesmärgiks on hinnata erinevate süsiniku püüdmistehnoloogiate sobivust ning töötada välja stsenaariumid nende tehnoloogiate rakendamiseks Eesti põlevkivitööstuses. Samuti analüüsitakse efektiivseimate lahenduste keskkonnamõju ning Eesti tööstussektori tehnoloogilist ja majanduslikku võimekust püütud CO₂ kasutada. Majandusanalüüs keskendub sobivaimate püüdmistehnoloogiate ühikukulude erinevustele, tundlikkusele CO₂ kvootide ja elektri hindade suhtes ning investeeringute subsideerimisvajadusele, aga ka püütud CO₂ ekspordipotentsiaalile. (Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate, 2019)

Eestis toodetakse aastas 17,9 Mt CO₂ ning 1 ha metsa suudab siduda ligikaudu 5 t CO₂, seega Eesti metsad (2,1 mln ha) suudavad aastas siduda kokku 10,5 Mt CO₂, sellest ülejääv 7,2 Mt süsiniku tuleks kinni püüda erinevate tehnoloogiatega. Eestis ei ole võimalik CO₂ kuskil ladustada, lähim paik selleks oleks Läti, mille ladustamis võimekus on ligikaudu 300 Mt. (Triikkel, 2019)

CCS ja CCU tehnoloogiaid Eestis ei kasutata, seetõttu ei ole hetkel võimalik välja arvutada investeeringukulu, uuring võimalike kulude kohta alles toimub.

24. Kaugjahutus

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Kaugjahutuse korral tuleb KHG heite vähendamine lõpptarbija juures elektrit kasutava külmajaama asendamisel kaugjahutusega, mis kasutab jahutamiseks kas looduslikku vett, koostootmisjaama suvist heitsoojust vms. Kaugjahutust pakub Eestis momendil ainult AS Fortum Tartu, kes investeeris 2016. a 5,7 mln eurot ja ehitas 13 MWj jahutusvõimsusega Kesklinna külmajaama ja 1,6 km kaugjahutustorustikku. Kaugjahutusjaam kasutab jahutuse tootmiseks nii traditsioonilisi tööstuslikke jahutusseadmeid kui ka Emajõe külma vett. Kaugjahutusjaam on varustatud päikesepaneelidega ja soojuspumbaga, mille abil suunatakse jahutusklientide juures tekkiv liigsoojus kaugküttevõrku hoonete kütmiseks ja sooja vee valmistamiseks.

2017 avas AS Fortum Tartu järjekorras teise Aardla külmajaama, mille planeeritud ehitusvõimsus on 9,2MW-d, millest hetkel on välja ehitatud 5,4 MW-d. Peale Tartu linna on üheks suuremaks potentsiaalseks kaugjahutuse tarbijaks Tallinna Kesklinn ja reisisadama ala. Kaugkütte ettevõtete hinnangul on Tallinnas potentsiaali vähemalt 30 MWj tarbijate järgi. Külmajaamade rajamise

ühikinvesteering on vahemikus 0,5-1,0 mln EUR/MWj ehk 500-1000 EUR/kWj, sõltuvalt üldehitustööde mahust. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

25. LED tänavavalgustus

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

ENMAK 2030 peab tänavavalgustuse renoveerimist oluliseks tegevuseks. Investeeringud RIS-i kaudu tänavavalgustuse rekonstrueerimise programmi – programmi kohaselt asendati seitsmes Eesti linnas (mille elanike arvud jäid 8000–15 000 vahele) tänavavalgustus energiasäästliku valgustusega. Programmi kogumaksumus oli 14,55 miljonit eurot. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017) Meetme kasutamise tulemusena jääb aastas õhku paiskamata umbes 6000 tonni CO₂.

ENMAK 2030 peab tänavavalgustuse renoveerimist oluliseks tegevuseks. REKK 2030 dokumendis on toodud meede- renoveeritud tänavavalgustuspunktide arv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

Keskkonna-, maaelu-, majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumite koostatud esitluse „Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevad investeeringute vajadused perioodil 2021+“ andmeil vähendaks tänavavalgustuse rekonstrueerimise toetamine 54 000 t CO₂ perioodil 2021-2030 ning meetme orienteeruv investeerimisvajadus on 60 mln €. (Laaniste, Gailan, & Raamat, 2019)

Liikuvus ja transport

26. Säästlike rongide / alternatiivkütust kasutavate rongide ostmise

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meedet ei ole eraldi meetmena senistes arengudokumentides käsitletud, kuid kujutaks endas rongide abil linnade ja linnade lähipiirkondade vahel liikuvate sõidukite arvu vähenemist. Olemasolevate rongide asendamine säästlikega pole tõenäoline, kuni nende kasuliku eluea lõppemiseni. Orienteeruv rahastus vajadus on 50 mln € ja potentsiaalselt vähendaks meede perioodidel 2021-2030 60 000 tCO₂ ja 2031-2050 155 000 tCO₂. (Gailan, 2019)

Meetmes arvestatakse diislrongide/vedurite kui baasstsenaariumiga. Kaalumisel alternatiivid peaksid olema elektrifitseerimine, metaankütused ja vesinikkütused. Prognnoosid pärinevad pärineb Elroni hinnangutest uute rongidega kaasneva sõitjate arvu kasvu ja sealt tuleneva linnadevahelise ja linnalähiliikluse asendusefektist.

Lähtuvast on:

1. CO₂ vähendamise potentsiaal aastaks 2050: 215 000 tCO₂
2. Investeeringukulu 50 mln €
3. Taastuvenergia transporti, GWh 10 (2030)

27. Kaubavahetus maanteelt raudteele

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meedet ei ole käsitletud senistes arengudokumentides, raudtee elektrifitseerimine ja kaubavahetuse suunamine maanteelt raudteele vähendaks 2021-2030 200 000 + 500 000 tCO₂ ja 2031-2050 1 250 000 tCO₂. (Gailan, 2019) Meetme juures peab täpsemalt analüüsima, kas tegu oleks riigisisese või piiriülese kaubavahetusega ning milline on olemasoleva (ja eeldatavalt ehitatava) taristu läbilaskevõime. St rööbastel on mingid piirangud ja kaupade ümberlaadimine pole vist võimalik igas raudteeäärses punktis.

Prognnoosid pärinevad Indrek Gailani esitlusest "Puhta liikuvuse strateegia." Sellest lähtuvalt on:

1. CO₂ vähendamise potentsiaal aastaks 2050: 1 950 000 tCO₂.
2. Investeeringukulu: kuni 300 mln €
3. Taastuvenergia transporti, GWh 87,75 (2030)

28. Linnade parkimispoliitika

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW

Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Riiklikus Energia- ja kliimakava toob meetmena välja – Linnade Parkimispoliitika. Välja on toodud meetme mõjude CO₂ kogustele, hinnatakse, et parkimispoliitika vähendaks 2020.aastal 7,3 kt CO₂ekv, 2025.aastal 44,1 kt CO₂ekv, 2030.aastal 73,4 kt CO₂ ekv ja 2035.aastal 73,4 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

ENMAK 2030 analüüsis on meetme maksumuseks hinnatud 2,4 mln eurot aastas ja maksutuluks ligi 4 korda suuremat parkimistulu kui praegu linnade eelarvetes ehk 24 mln eurot aastas (praegu umbes 6 mln eurot aastas), kulud moodustavad ligikaudu 10% parkimistasude tuludest. Meetme rakendamisel väheneb sõiduautode kütuse-kasutus eelduslikult ca 5%. Maksimaalselt hoitakse meetme tulemusena kokku 1117 TJ kütust, mis saavutatakse aastaks 2029. Avalikule sektorile läheb meede maksma 2,4 mln eurot aastas ning maksutulu on 24 mln eurot aastas. Summaarne CO₂ vähenemine on 470 tuhat tonni. (Finantsakadeemia OÜ, 2019).

OÜFinantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 73 400 t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu -414,8 €/t.

29. Ruumilised ja maakasutuslikud meetmed linnades transpordi energiasäästu suurendamiseks

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Ruumilised ja maakasutuslikud meetmed linnades transpordi energiasäästu suurendamiseks ja transpordisüsteemi tõhustamiseks: Tegemist on meetmete kompleksiga: (1) Maakasutuse suunamine valglinnastumise ja autost sõltuvuse vähendamiseks; (2) Linnatänavate ümberkorraldamine ühistranspordi ja kergliikluse edendamiseks; (3) Linnade ja ettevõtete liikuvuskorralduse arendamine. ENMAK 2030 analüüsis hinnati maakasutust suunavate meetmete maksumuseks 14 mln eurot aastas, mis sisaldab planeerimise ning maade munitsipaliseerimise või riigistamise kulu (100–200 ha aastas) kompaktse arendustegevuse suunamiseks ühistranspordi sõlmedesse. Samaväärne summa (14 mln eurot) on arvestatud ka riigi kuludeks seoses ehitustegevusega (teed jm rajatised). Arvestatud ei ole võimalike renditulude või säästlikuma taristu abil saavutatava kokkuhoiuga. Meetme täies mahus

rakendamisel väheneb sõidukite kütusekasutus eelduslikult ca 11%. Aastaks 2029 saavutatakse meetme tulemusena maksimaalne kütuse kokkuhoid 4084 TJ. Summaarne CO₂ vähenemine on 846 tuhat tonni ja meetme elluviimise perioodiks on 2021-2030. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Töenäoliselt tuleb käesoleva töö raames see meede mitmeks meetmeks jagada.

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on muude ruumiliste ja maakasutuslike meetmete:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 73 400 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu -418,8 €/t.

30. 20% ÜT-teenuse lisamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 2 791 GWh ehk ligikaudu 17,8% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 661 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meetmega parandatakse ühistranspordi kättesaadavust ja veovõimet liinide väljumiste arvu suurendamise, suurema veovõimega ühissõidukite väljumiste osakaalu suurendamise ja uute liinide (näiteks rongidele etteveo) käiku võtmisega, seda eelkõige kütusesäästlikumate ühistranspordiliikide, nagu (elektri)rong, tramm ja troll, teenuste lõikes. Meedet on vaja rakendada eelkõige tihedama asustusega maakondades ja suuremates linnades. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Energiasäästupotentsiaali arvutamisel on lähtutud ühistransporditeenuste (lisaliinid, sagedasem graafik) 20%-lise lisamisega, eelkõige tihedaima asustuse ja suurima autokasutuse kasvuga Harjumaal ja energiasäästlikumaid ühistranspordiliike eelistades. Meetme kasutuselevõtul eeldati, et vähemalt 3 korda nädalas auto asemel ühistranspordi kasutavate inimeste arv kasvab 2030. a ca 50 000 inimese võrra. Meetme täies mahus rakendamisel väheneb sõiduautode kütusekasutus eelduslikult ca 7,5%, seda mõju vähendab ühistranspordi (bussiliikluse) kütusekasutuse mõningane tõus. Maksimaalne kütuse kokkuhoid meetme tulemusena on 436 GWh, mis saavutatakse aastaks 2029. Meetme maksumus avalikule sektorile on 16,4 mln eurot aastas. Sõiduautode kütusekulu kokkuhoiule (33,8 mln eurot aastas) lisandub muude kulude kokkuhoid, mis on 90% kütuse kokkuhoiust.

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemise prognoos on 2050. aastal 103 200 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu on -277,2 €/t.

31. Kaugtöö ja e-teenused

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Käib ENMAK 2030 meetme - Motoriseeritud individuaaltranspordi nõudluse vähendamine alla.

Transpordisektori energiakasutuse vähendamine ja seeläbi primaarenergia säästu saavutamine. Kaugtöö on töökorralduse vorm või töö teostamise viis, milles kasutatakse infotehnoloogiat töösuhte kontekstis; ja kus tööd, mida tavaliselt tehakse tööandja territooriumil, tehakse mujal tavalistel tingimustel. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meetme maksumuseks on arvestatud otsekuluna 10 aasta jooksul umbes 60 kaugtöökeskuse loomise toetamist väljaspool suuremaid maakondlikke tõmbekeskusi – aastase maksumusega ligikaudu 0,3 mln eurot. Meetme maksumus (investeeringud, administreerimine) avalikule sektorile on 0,3 mln eurot aastas. Sõiduautode kütusekulu kokkuhoiule (18 mln eurot aastas) lisandub muude kulude kokkuhoid, mis on 90% kütuse kokkuhoiust. Summaarne CO₂ vähenemine on 351 tuhat tonni perioodil 2021-2030. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Kaugtöö ja e-teenuste meede vähendaks maksimaalselt 2030.aastal 66 kt CO₂, kuid optimaalselt 55 kt CO₂. Kumulatiivselt vähendaks see meede perioodil 2031-2050 501 kt CO₂. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

ENMAK 2030 kasutatud uuringute põhjal võiks kaugtöö maksimaalne energiakulu vähendamise potentsiaal olla 5-6%, arvestati ka kaudseid tulusid. Finantsakadeemia analüüsis võeti aluseks keskmine väärtus 3,5% kuna kaugtöötamise võimalused on paranenud ja tõusuteel Eestis. Kuna kaugtöö on seotud eelkõige ettevõtete ja eraisikute kuludega, siis on selle arendamise otsest maksumust raske hinnata. Maksimaalselt hoitakse meetme tulemusena 835 TJ kütust kokku, mis saavutatakse 2029. aastaks. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 54 900 t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu -430,1 €/t.

32. Autode kooskasutus

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW

Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meede on nii ENMAK2030 kui ka REKK 2030 arengudokumendis eraldi meetmena välja toodud ning meetme mõjude ülevaade arengudokumendis kirjeldatud alljärgnevalt (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018):

Aasta	2020	2025	2030	2035
Autode kooskasutus, mõjude ülevaade (kt CO _{2eq})	1,3	7,5	12,6	12,6

Autode kooskasutuse meetme all ei ole mõeldud Uber, Taxify jms teenust, mis vastupidiselt võivad hoopiski olla liiklusummikute allikaiks (New Scientist, 2019), vaid autode kooskasutuse all on mõeldud mitmeid muid vorme. Selleks võivad olla (Jüssi, Poltimäe, Luts, & Metspalu, 2014):

1. Autode koossõidusüsteem, koossõit (car pooling, ride sharing) – koossõit tähendab, et kaks või rohkem inimest sõidavad ühte teed ühe osaleja isikliku autoga. Piirkondlikud koossõitu toetavad teenused aitavad ühendust võtta nendel inimestel, kes soovivad sõita osaliselt või täielikult samal marsruudil ja on valmis oma isiklikku autot jagama.

2. Ühisauto, autode kiirrent, lühirent (car sharing) – piirkondlik ühiskasutuses autode või lühirenditeenus, kus autod ei asu ühes keskses laenutuspunktis, vaid on üle linna või isegi üle mitme linna laiali jaotatud, reeglina ühistranspordiga kergelt ligipääsetavates avalikes parklates. Ühisauto/kiirrendiauto kasutus erineb tavalisest rentimisest selle poolest, et autot saab kasutada ka lühikest aega, auto kättetoimetamiseks ei ole vaja palgata eraldi töötajaid ning autot saab võtta paljudest kohtadest. Ühisauto/kiirrendiauto kuulub reeglina ettevõttele, kes osutab sellekohast äriteenust. Inimesed maksavad auto kasutamise eest tunni-, päeva- vm ajatasu. Ühisauto kasutamine eeldab eelregistreerimist ja sageli ka klubi liikmeks olemist, auto broneerimine, üürimine ja avamine on kiire ja lihtne protsess, mida tavaliselt saab teha internetis või mobiiltelefoni kaudu. Ühisauto kasutust saab korraldada ka mõne suurema ettevõtte või organisatsiooni sees ja pakkuda nt broneerimise alusel ettevõttes nädala sees kasutuses olevaid ametiautosid õhtuti ja nädalavahetustel töötajatele või piirkonna elanikele kasutamiseks.

3. Isiklike autode rendisüsteemid (P2P car sharing) – süsteem töötab sarnaselt korterite üürikuulusportaalidega, kus on võimalik leida sobiv auto rendile pakkuja ja võtta olenevalt asukohast, pakkuja profiilist, maksumusest jne.

Eestis on taolisel viisil võimalik näiteks ELMO rent (<https://rent.elmorent.ee/>) ja Autolevi (<https://autolevi.ee/>), mis toimib inimeselt inimesele. (Jüssi, Poltimäe, Luts, & Metspalu, 2014)

Summaarne CO₂ vähenemine on 80 tuhat tonni perioodil 2021-2030. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Perioodil 2020-2030 väheneks CO_{2e} kumulatiivselt 82 kt ja perioodil 2031-2050 259 kt CO_{2eq}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Kilomeetripõhised teekasutustasud on sõiduki läbitud vahemaast, kohast, taristu koormatusest ja sõiduki keskkonnanäitajatest sõltuvad diferentseeritud transpordimaksud või -tasud. Võrreldes kütuseaktsiisi tõstmisega on teekasutustasudega võimalik hõreda liikluse ja vähese ühistranspordiühendusega maapiirkondade autoliiklust vähem maksustada. Sõltuvalt maksumäärast võib sellega osaliselt asendada ka tööjõuga seotud makse. Toetavad meetmed avaliku sektori poolt oleksid sõidujagajate lubamine ühistranspordi rajale, parkimise soodustamine, ummikumaksu vähendamine jne. Avaliku sektori aastaseks kuluks on hinnatud 0,2 mln eurot, mis hõlmab teadlikkuse suurendamist, tarkvara- ja telefonirakenduste arendamise osalist toetamist. Sõiduautode kütusekulu kokkuhoiule (4,1 mln eurot aastas) lisandub muude kulude kokkuhoid, mis on 90% kütuse kokkuhoiust. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Autode kooskasutuse mõjuks on hinnatud 0,8% sõiduautode energiatarbimisest, põhinedes WSP Sweden 2007 hinnangul. Maksimaalne kütuse kokkuhoid meetme tulemusena on 191 TJ, mis saavutatakse aastaks 2029. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 12 600 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu -616,8 €/t.

33. Autode teekasutustasud

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meede on esitatud REKK 2030 arengukavas.

Autode teekasutustasude meetme mõju transpordi sektoris oleks 2020. aastal 0 kt CO₂ekv 2025. aastal 251,5 kt CO₂, 2030. aastal 335,3 kt CO₂ ja 2035 335,3 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meetme elluviimise tulemusel on perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst kokku hinnanguliselt umbes 8 147 GWh ehk ligikaudu 52,1% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 1928 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 1928 kt CO_{2e} ja 2031-2050 6922 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Hinnanguliselt tekib kilomeetripõhiste teekasutustasude kasutuselevõtu vajadus Eestis alates aastatest 2025-2030, kui kütuseaktsiisist laekuvad tulud hakkavad vähenema. Teekasutustasu mõju hinnang

põhineb Soome kogemusel, mille põhjal on teekasutustasu mõju võrdne sõiduautode registreerimis- ja aastamaksu summaarse mõjuga, sellele lisandub veel 6-7% energiasäästu läbisõidu vähendamise tulemusel. Busside ja rongide energiatarbimine aga suureneb 40-50% seoses ühistranspordi kasutuse suurenemisega. Rakendades Eestis poole väiksemat tasumäära kui Soomes, keskmiselt 3 senti/km, siis oleks aastas maksutulu 5 miljardit.

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 335 300 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu -323,4 €/t

34. Sõiduautode registreerimise ja aastamaks

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meede on esitatud REKK 2030 arengukavas, kus on meetmele esitatud alljärgnev mõjude ülevaade(Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018):

Aasta	2020	2025	2030	2035
Sõiduautode registreerimise ja aastamaks, mõjude ülevaade (kt CO _{2eq})	0	131,8	219,7	219,7

Autode energiaklassist (kütusekulust) sõltuva sõiduautode registreerimis- ja/või aastamaks on üks võimalus kütusesäästlikuma autopargi kujundamiseks. Maksu eesmärk ei ole auto kui sellise maksustamine ja riigi maksutulude suurendamine, vaid tarbijate valikute mõjutamine ning ökonoomsema sõidukipargi kujundamine. Sõiduautode maksustamine võib asendada kütuseaktsiisi tõstmise vajadust ja toimib nn üleminekumaksuna kuni nutikate teekasutustasude süsteemide rakendamiseni. Sõltuvalt maksumäärast võib sellega osaliselt asendada ka tööjõuga seotud makse, et säilitada kehtivat üldist maksukoormust. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 5 570 GWh ehk ligikaudu 35,6% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 1318 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)Meede vähendaks kumulatiivselt perioodil 2020-2030 1318 kt CO_{2e} ja 2031-2050 4535 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018) OÜ Finantsakadeemia arvutuste põhilisteks eeldused on (Finantsakadeemia OÜ, 2018):

1. Autode CO₂ – põhine registreerimismaksu tulu on 10-15 mln eurot, millest osa on võimalik suunarta ökonoomsemate autode soetamise soodustamiseks (Jüssi, Poltimäe, Luts, & Metspalu, 2014)
2. Esmaselt registreeritavale kasutatud sõiduautodelt oleks maksutulu hinnanguliselt 13-17 mln eurot.
3. Ökonoomsed autod oleksid maksust vabastatud ja ülejäänud autod oleksid maksustatud astmeliselt vastavalt energiaklassile vahemikus 300-5000 eurot auto kohta.
4. kasutuses olevate autode aastamaksu hinnanguline maksulaekumine: 35-45 mln eurot.
5. Kokku võiksid erinevad sõiduautomaksude laekumised moodustada 72–82 mln eurot aastas, mis ühtlasi vähendaks vajadust tõsta kütuseaktsiisi ja võimaldaks vähendada tööjõuga seotud makse.
6. Kilomeetripõhiste teekasutustasude rakendumisel (Soome vastavate uuringute põhjal alates 2025. aastast) oleks otstarbekas CO₂- ja energiaklassipõhistest automaksudest omakorda loobuda, kuna viimased on eeldatavalt vähem efektiivsed KHG heide vähendamise seisukohalt.

	2014	2015	2016	2017	2018
Registreeritud sõiduautod	47 253	46 016	47 204	49 396	50 442
Registreeritud uued sõiduautod	21 135	21 064	23 078	25 625	26 310

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 219 700 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu -432,7 €/t.

35. Raskeveokite teekasutustasud

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meede on esitatud REKK 2030 arengukavas.

Meetme eesmärgiks on Nõudluse juhtimine/vähendamine, käitumise muutmine. See meede hõlmab teekasutustasu kehtestamist kilometraaži, asukoha, keskkonnaaspektide jms alusel. 2017. aasta juunis kinnitas Riigikogu teekasutustasu sõidukitele, mille täismass on suurem kui 3500 kg (raskeveokid). Meetme rakendamise periood on 2018-2030. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Tasu määr sõltub veoauto ja selle haagise täismassist, telgede arvust ning veoauto heitgaasiklassist.

Raskeveokite teekasutustasu meetme mõju transpordi sektoris oleks 2020. aastal 10,3 kt CO₂ ekv 2025. aastal 20,6 kt CO₂, 2030. aastal 20,6 kt CO₂ ja 2035 20,6 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Raskeveokite teekasutustasu rakendatakse üle 12-tonniste veokitele, meetme tulemusena väheneks maanteevedude energiatarbimine umbes 3%. Maksimaalne kütuse kokkuhoid meetme tulemusena on 87 GWh, mis saavutatakse aastaks 2022. Autode kütusekulu kokkuhoiule (7 mln eurot aastas) lisandub muude kulude kokkuhoid, mis on 90% kütuse kokkuhoiust. Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst kokku on hinnanguliselt umbes 848 GWh ehk ligikaudu 5,4% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 201 tuhat tonni samal perioodil. KHG heite vähendamise üheks põhjuseks on kaupade üleviimine laevadele ja raudteele. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 211 kt CO_{2e} ja 2031-2050 425 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme tulemusena:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 20 600 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu 147 €/t.

36. Era- ja tarbesõidukite ning põllumajandusmasinate¹¹ rehvides oleva rõhu optimeerimine ja sõidukite aerodünaamika

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

REKK 2030 arengukavas on meede: raskeveokite rehvid ja aerodünaamika, mille mõjude ülevaade on esitatud alljärgnevalt (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018):

Aasta	2020	2025	2030	2035
Raskeveokite rehvid ja aerodünaamika, mõjude ülevaade (kt CO _{2eq})	4,8	28,8	48,1	48,1

¹¹ https://www.researchgate.net/publication/309196407_THE_EFFECT_OF_TIRE_PRESSURE_ON_FUEL_CONSUMPTION_DURING_TRACTOR-PLOUGH_OPERATION

Meetmega võetakse kasutusele parema veeretakistusega rehvid ning parandatakse sõidukite aerodünaamikat. Meede tähendab toetusi avaliku sektori poolt, kuna meede tekitab lisakulu erasektorile. Madalama veeretakistusega rehvide kasutamine toob umbes 4%-lise kütusekulu säästu¹².

OÜ Finantsakadeemia arvutuste põhilisteks eeldusteks antud meetme korral on (Finantsakadeemia OÜ, 2018):

1. Maksimaalseks kütusekulu kokkuhoiu määraks raskeveokitel on eeldatud 731TJ, mis moodustab ca 9% veoautode kütuste tarbimisest.
2. Arvestades, et vähenev kütusekulu ei kompenseeri eelduse kohaselt rehvidesse ja aerodünaamikasse tehtavaid kulutusi, on eeldatud riigipoolse toetusega meetme elluviimisel.
3. Maksimaalne kütuse kokkuhoid meetme tulemusena on 731 TJ, mis saavutatakse aastaks 2029. Meetme maksumus (toetus) avalikule sektorile on 17,5 mln € aastas. Autode kütusekulu maksimaalne kokkuhoid on 15,8 mln € aastas.

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähendamise potentsiaal aastal 2050: 48,1 kt CO_{2e}
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu: 222,0 EUR/tCO₂

37. Trammiliinide võrgustiku optimeerimine ja laiendamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Käib REKK 2030 meetme - Ühistranspordi teenuse lisamine alla.

Nimetatud meedet on arvestatud ka uuringus „Kulutõhusaimate meetmete leidmiseks kliimapolitiika ja jagatud kohustuse määruse eesmärkide saavutamiseks Eestis“. Meetmega parandatakse ühistranspordi kättesaadavust ja veovõimet liinide väljumiste arvu suurendamise, suurema veovõimega ühissõidukite väljumiste osakaalu suurendamise ja uute liinide (näiteks rongidele etteveo) käiku võtmisega, seda eelkõige kütusesäästlikumate ühistranspordiliikide, nagu (elektri)rong, tramm ja troll, teenuste lõikes. Meedet on vaja rakendada eelkõige tihedama asustusega maakondades ja suuremates linnades. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meetme peamised eeldused antud töös on (Finantsakadeemia OÜ, 2018):

¹² Valideerida, nt <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/193515/193515.pdf>

1. Energiasäästupotentsiaali arvutamisel on lähtutud ühistransporditeenuste (lisa-liinid, sagedasem graafik) 20%-lise lisamisega, eelkõige tihedaima asustuse ja suurima autokasutuse kasvuga Harjumaal ja energiasäästlikumaid ühistranspordiliike eelistades.

2. Meetme kasutuselevõtul eeldati, et vähemalt 3 korda nädalas auto asemel ühistransporti kasutavate inimeste arv kasvab 2030. a ca 50 000 inimese võrra. (Jüssi, Poltimäe, Luts, & Metspalu, 2014)

3. Meetme täies mahus rakendamisel väheneb sõiduautode kütusekasutus eelduslikult ca 7,5%, seda mõju vähendab ühistranspordi (bussiliikluse) kütusekasutuse mõningane tõus.

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusema on:

1. Meetme marginaalkulu ca -279 €/t CO_{2e}.
2. Meetme maksimaalne CO₂ vähendamise potentsiaal aastal 2050: 103 205 t CO_{2e}
3. Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 2 791 GWh ehk ligikaudu 17,8% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh).

38. Rail Baltic

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Käib REKK 2030 meetme- raudteeinfrastruktuuri arendamine (sh Rail Balticu ehitus) alla.

Arvestades, et Rail Baltic toob kaasa raudteetranspordi konkurentsivõime kasvu põhja-lõuna suunal, seisneb Rail Balticu energiasäästupotentsiaal peamiselt modaalses nihkes maanteedelt raudteele. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Maksimaalne kütuse kokkuhoid meetme tulemusena on 339 GWh, mis saavutatakse aastaks 2027. Meetme maksumus (administreerimine) avalikule sektorile on 41 mln eurot aastas. Autode kütusekulu kokkuhoiule (26 mln eurot aastas) lisandub muude kulude kokkuhoid, mis on 90% kütuse kokkuhoiust. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst kokku on hinnanguliselt umbes 1 358 GWh ehk ligikaudu 8,7% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 321 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 321 kt CO_{2e} ja 2031-2050 1658 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 80 300 t.

2. CO₂vähendamise marginaalkulu 74,4 €/t.

Raudtee elektrifitseerimine

Käib REKK 2030 meetme raudteefrastruukturi arendamise (sh Rail Balticu ehitus) alla, meetme rakendamise periood on 2021-2030.

Elektriautode ostutoetus

39. Ökonoomse juhtimise edendamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Säästlik sõiduviis (eco-driving) aitab säästa kütust, vähendada mürataset, heitgaase, õnnetusi ning kulutusi sõidukite remondile. Paljudes riikides kasutatakse säästliku sõiduviisi koolitusi liiklusohutuse programmides, sest see vähendab liiklusõnnetusi kuni 40%. Säästlikku sõiduviisi saab kujundada õige käigu ja kiiruse valikuga, järskude pidurduste ja kiirenduste vältimise ning liigse koorma eemaldamise abil. Koolitustulemused on näidanud, et vahetult pärast koolituse läbimist väheneb sõiduauto ja veoauto kütusekulu keskmiselt 5–15%. Riigi kulud (120 000 € aastas) on seotud koolituste, täiendkoolituste, eriti veoauto- ja bussijuhtide sõiduviisi monitooringuga ning teadlikkuse suurendamise kampaaniatega. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 1 472 GWh ehk ligikaudu 9,4% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 348 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Käib Seitsmendas Kliimaaruandes välja toodud meetme - Säästliku autojuhtimise propageerimine alla. Mis hõlmab säästliku autojuhtimise propageerimist ning kergliiklussüsteemide rajamist. Meetme hinnanguline maksumus on 14 miljonit eurot aastas. (Keskkonnaministeerium, 2017)

Eelnevad koolitustulemused näitavad, et peale koolituse läbimist väheneb sõiduauto ja veoauto kütusekulu keskmiselt 5-15%. Finantsakadeemia kliimapoliitika mudelis kasutatakse pikaajalise keskmisena 10% vähendamist. Ökonoomse juhtimise koolituse läbivad kõik uue juhiloa taotlejad. Ühe juhi keskmine läbisõit aastas on 13 000 km ning kütusekulu ilma meetme mõjuta on 8,25 l/100 km. Bensiini ja diiselmootori liitri hinnaks on eeldatud 1,22 € koos kõikide maksudega. Kütuseaktsiisi määr diisel- ja bensiinikütusel on 0,493 ja 0,512 €/l. Riigi kulud on 120 000 € aastas. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähenemine 2050. aastal 160 500 t.
2. CO₂vähendamise marginaalkulu -207,6 €/t.

40. Sõidukivahetusel madalama heitega sõiduki ostu soodustamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meetmes tekib KHG vähenemine läbi era- ja äritarbija ostueelistuse muutuse väiksema heitega sõiduki suunas. Potentsiaali hindamiseks analüüsitakse aastani 2050 võimaliku roteeruvat sõidukiparki ning struktuurseid muutuseid, mis tänaste müüginumbrite juures võimalikud oleks. Meede võib jaguneda mitmeks kui vaadatakse läbi minimaalselt välja pakutud konkreetsete hoovad:

- Soodsam liisinguintress emissioonivaba sõiduki soetamisel,
- Autode esmarestreerimise maksuerisus,
- Elektriautode ostutoetus,
- CNG sõiduautode ostutoetus,

vastavalt sellele, millised on ühe sõidukitüüpide kasutatavate energiakandjate tarbimise suurenemise makromajanduslik mõju. Eeldus on, et Eestis ühtki sõidukit ei toodeta.

Elektriautode keskmine toetuse suurus oleks 2020. aastal 5000 eurot auto kohta ning see väheneb aastas 5% võrra. Elmo programmis oli toetuse suuruseks keskmiselt 17 000 eurot. Energiakulu 100 km läbimiseks on eelduste kohaselt elektriautol 1,75 eurot ning sisepõlemismootoriga autol 8,57 eurot. (Finantsakadeemia OÜ, 2019) Perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 2 054 GWh ehk ligikaudu 13,1% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 486 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019) Kui Eesti saavutaks 8% elektriautode osakaalu 2030. aastaks, kuhu Norra jõudis 2017.aastal, siis see vähendaks CO₂ koguseid 0,06 Mt. (Tammiste, et al., 2018)

Ökonoomsemad autod (umbes 25% esmaselt registreeritavatest autodest) olla maksust vabastatud ja ülejäänud autod oleksid maksustatud astmeliselt vastavalt energiaklassile vahemikus näiteks 300–5000 eurot auto kohta.

41. LNG kasutuselevõtt laevakütusena

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW

Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Võttes kasutusele LNG laevakütuse diiselkütuse asemel vähendatakse kütusekulus, LNG suurema energiasisalduse tõttu. Lisaks vähenevad väiksema kütusekuluga õhku paisatavate heitgaaside mahud. Negatiivne mõju tuleneb vajadusest laevu ümber ehitada või uute laevade ehitamine, millega kaasneb samuti loodusvarade kasutamine. (Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut; OÜ Alkranel, 2016)

Maagaasi kütteväärtus on 48,6 MJ/kg ja LNG tihedus on 450 kg/m³, selle alusel vastab energiahulgale 1 GJ maagaasi koguse 20,6 kg (0,046 m³ LNG) täielikul põlemisel vabanev soojusenergia. LNG mahutite maksumust võib hinnata mahu järgi. LNG kütuse CO₂ atmosfääri saastemäär on 426 g/kWh. (Kopti, Punab, & Güldenkov, 2015)

2016. aastal kasutati meretranspordis 34 000 tonni diislikütust, 1000 t rasket kütteõli, 1000 t kerget kütteõli ja 3 GWh elektrienergiat. (Statistikaamet, 2019)

Süsinikdioksiidi heitkogus gaasi põlemisel on 55 g/MJ. (Kallio, et al., 2016)

Tallinna Tehnikaülikoolis viidi 2015. aastal läbi veeldatud maagaasi laevakütusena kasutuselevõtu tehnilise ja majandusliku teostatavuse uuring. Uuringus on antud prognoosid kolmele stsenaariumile aastaks 2024. Aruandes on aluseks võetud kolmas stsenaarium, mille puhul EL ja Eesti riik panustavad täiendavaid toetusmeetmeid nii laevanduse kui ka infrastruktuuri arendamiseks LNG kütuse kasutuselevõtuks ning LNG hind on madalam HFO hinnast. Kolmanda stsenaariumi puhul väheneks CO₂ kogus kõige rohkem ehk 84 258,1 t/a. (Kopti, Punab, & Güldenkov, 2015)

Selle stsenaariumi puhul töötaks Eestis LNG-l:

- 2 suurt reisiparvlaeva Tallinn-Stockholm liinil;
- 4 reisiparvlaeva Tallinn – Helsingi liinil(kõik laevad teeksid 3 edasi-tagasi reisi päevas, Eesti vetes 1,5 tundi, kokku sõidutunde 4x3285=13170 t);
- 4 väikest reisiparvlaeva (neist 2 liinil Virtsu-Kuivastu, sõidutunde kokku 7434 t ja 2 liinil Rohuküla-Heltermaa, kokku sõidutunde 6133 t)
- 2 tankerit, 8 tankeri külastust, sõiduaeg 8x2=16 t;
- 1 puistelastilaev, 21 puistlastilaeva külastust, sõiduaeg 21x1=42 t;
- 1 konteinerlaev, 12 konteinerilaeva külastust, sõiduaeg 12x2=24 t.

Kolmas stsenaarium läheks laevade moderniseerimisel maksma 2024. aastaks ligikaudu 990 000 000 eurot ja uute laevade puhul 1 749 000 000 eurot.

42. Sadamateenuse elektrifitseerimine

Sadamateenuse elektrifitseerimise all mõeldakse tehnoloogilist lahendust, kus alus ei pea sadamas olles töös hoidma enda elektrigeneraatoreid, et tagada elektrivarustus, vaid ühendatakse kaldal olemasse elektrivõrku. Heite vähenemine tuleneb laevakütuse eelduslikult kõrgemast emissioonist. Puuduvad andmed energiakulu kohta, mida saaks elektrifitseeritud kaldateenusega asendada. Kuna laevu ei punkerdata tingimata Eestis, siis meetme mõju ei avaldu tingimata Eesti KHG inventuuris. Tõenäoliselt

meetme olulisus on ajas kahanev järjest puhtama laevakütuse (näiteks LNG) kasutuselevõtu tõttu, kuid samas taas oluline kui maismaal olevas elektrivõrgus taastuenergia osakaal tõuseb.

43. Alternatiivkütused ühistranspordis

ENMAK 2030 ja REKK 2030 arengukavas on meede: Tõhus sõidukipark, mille üheks tegevuseks alternatiivkütuste osakaalu suurendamine ühistranspordi sõidukites. Meetme mõõdikuteks on ökonoomsete (energiaklass A-C) sõidukite osakaal uute sõidukite soetamisel – 50% (2020) ja sõidukiparki kütusekulu mille sihttase 2030 aastaks on 8,3TWh.

44. Kergliikluse arendamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmodelis		
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib		

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 631 GWh ehk ligikaudu 4,0% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). Summaarne CO₂ vähenemine on 149 tuhat tonni samal perioodil. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Jalgsi ja jalgrattaga liikumine on oluline osa transpordisüsteemist ning elanikkonna liikuvuse tagamisest. Jalgsi tööle liikumise osakaal on viimased 10 aastat olnud pidevas languses, sellele vaatamata liigub ligi 25% linnaelanikke ja 20% maa-asulate elanikke tööle jalgsi või jalgrattaga. Kergliikluse osakaalu vähendamine on paljuski tingitud autostumise kasvust, töö- ja elukohtade ning teenuste ümberpaiknemisest ja sellega seotud vahemaade suurenemisest (keskmised tööle liikumise vahemaad on kasvanud kümne aasta jooksul 30%) (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Eeldusel, et on olemas piisavalt hea kergliiklusteede võrk, on võimalik ergutada reisijaid seda kasutama. Tõenäoliselt mitte kvantitatiivselt arvutusmodelis, kuid kvalitatiivselt analüüsitakse järgmiseid tegevusi:

- Elektrirataste ostu toetus
- Boonused jalgratta/ühistranspordi kasutamise eest

Kergliikluse arendamise maksumuse arvestuse aluseks on ENMAK 2030 analüüsis võetud suure kergliikluse osakaaluga linnade, nagu Kopenhaagen ja Freiburg, transpordinvesteeringute poliitika, kus 20-30% transpordisektori investeeringutest ja hooldusest kulutatakse kergliiklusele. Eeldusel, et 20% riigimaanteede investeeringutest läheb kergliikluse arendamiseks ja ohutuse tõstmiseks ning 20% kohalike omavalitsuste tehoiukuludest kulub kergliikluse investeeringuteks ning jalg- ja jalgrattateede hooldustaseme tõstmiseks, siis kuluks kergliikluse arendamise maksumuseks 14 mln eurot aastas. Eelduse kohaselt saavutatakse maksimaalne investeeringu tase aastaks 2030 ning sealt edasi

toimub väljaehitatud infrastruktuuri hooldamine.(Finantsakadeemia OÜ, 2018) Meetme rakendamisel võiks alustada näiteks pilootprojekti/pilootlõigu rajamisega Tallinnas kuhu juurde lisada näiteks elektri jalgratta ostutoetust tutvustav promovideo. Tallinna puhul võimalik koostöö Kommunaalametiga, kes on hetkel koostamas jalgrattastrateegiatja Tour D'öö meeskonnaga. Tour d'ööga koostöös võiks rakendada ka rattureid teid kaardistama – kus on probleemkohad, millist lõiku on kehv läbida, mida saaks juba praegu kohe ära teha jne.(Mihkla, 2019)

OÜ Finantsakadeemia lõpparvutuse tulemusena on CO₂ vähendamise marginaalkulu -167,9 EUR/tCO₂ ning CO₂ vähendamine 2050 aastal 20,600tonni.

45. Tallinna Ummikumaks

Meedet on käsitletud Eesti Riiklikus Energia- ja Kliimakavas (REKK 2030). Meetme eesmärgiks on nõudluse juhtimine, vähendamine transpordi infrastruktuuri tõhustamine ja käitumise muutmine. See näeb ette ummikumaksu rakendamist Tallinnas ning selle abil vähendatakse tiptunnil mootorsõidukitega liiklemist ja välditakse ummikutega seotud kulusid. Sõltuvalt tasusüsteemi ulatusest ja tasude suuruselt võib Tallinna ummikumaks toimida paralleelselt koos kilomeetripõhiste tasudega maanteedel või enne teekasutustasude rakendamist eraldi meetmena.

Samal ajal peaks kohandama Tallinna ühistransporti, kergliiklust ning linnatänavaid, et alternatiivsete liikumisviisidega oleks piisavalt võimalusi liikuda, selleks et vältida ummikumaksu.

Kuna üldjuhul kasutatakse meedet suuremates linnades kui Tallinn, siis on ka selle mõju väiksem, seetõttu ei plaanita rakendada ummikumaksu teistes Eesti linnades.

Meetme rakendamise perioodiks on 2021-2030, maksu mõju transpordisektoris oleks 2020. aastal 0 kt CO₂ ekv, 2025. aastal 87,4 kt CO₂ ekv, 2030. aastal 87,4 kt CO₂ ekv ja 2035. aastal 87,4 kt CO₂ ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Summaarselt vähendaks meede 2030. aastaks 808 tuhat tonni CO₂. Meetme maksumus avalikule sektorile on 13 mln eurot aastas ning maksutulu 73 mln eurot aastas (Finantsakadeemia OÜ, 2019).

ENMAK 2030 analüüsis on eeldatud, et Tallinna ummikumaksu rakendamise mõju energiatarbimisele ja CO₂ heitele oleks ligikaudu 14%. Sõidukite kütusekasutus väheneb eelduslikult ca 4%. Aastaks 2023 saavutatakse maksimaalne kütuse kokkuhoid meetme tulemusena, milleks on 1329 TJ. Avalikule sektorile läheb meede maksma 13 mln eurot aastas ning maksutulu on 73 mln eurot aastas. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme marginaalkulu -288 €/t CO₂, mistõttu tekitab meede eelkõige eeldatavat netotulu nong CO₂ vähendamine aastas 85, 179 tonni.(Finantsakadeemia OÜ, 2018)

Põllumajandus ja maakasutus

46. Sõnnikukäitlemise parendamine

Sõnniku käitlemine vähendaks Eesti 0,11 Mt CO₂ 2030.aastaks. See läheks riigile keskmiselt maksma 2.27 mln €. (Tammiste, et al., 2018)

REKK 2030 meede - Vähendada põllumajandussektori KHG-de ja ammoniaagi heitkoguseid. Eesmärgiks on siduda 49,6% hetkel kasutusel olevast põllumajandusmaast säästmislepingutega, et vähendada 2020.aastaks N₂O ja CH₄ heitkoguseid. Eesmärkideks on biomassi kasutamise propageerimine, taastuva energia tootmine, investeerimine loomakasvatushoonetesse (sh sõnnikuhoidlatesse) ja

põllumajandusettevõtete tehnoloogilise võimekuse suurendamine. Meetme rakendamise periood 2014-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

47. Lihatarbimise vähendamine ja asendamine taimset päritolu toiduga

Statistikaameti andmete põhjal on lihatoodang Eestis aastate lõikes olnud alljärgnev (tuhat t):

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Liha kokku	76,0	75,4	80,6	78,4	79,8	80,7	85,6	77,9	71,5	74,4
Veiseliha	14,2	12,9	12,2	12,3	11,5	11,9	15,0	14,8	12,1	12,5
Sealiha	46,1	45,8	50,2	48,8	49,5	48,7	50,1	42,7	38,4	41,9
Lamba- ja kitseliha	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6
Linnuliha	14,9	16,0	17,5	16,5	18,1	19,5	19,8	19,7	20,4	19,3
Küüliku- ja nutrialiha	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Lihatoodang, aasta: <https://www.stat.ee/34216>; Liha ja lihatoodete tootmise ja töötlemise ettevõtetele (tapamajadele) või kokkuostjatele tapaks, k.a ekspordiks

Allolevalt on 2017.aasta Eesti lihatoodangust maha arvestatud sama aasta lihatoodangu eksport Eestis välismaale ning juurde arvestatud 2017.aasta välismaise lihatoodangu import Eestisse. Lähtutud on 2017.aasta andmetest, kuna 2018.aasta ekspordi- ja impordi andmeid käesoleva uuringu ajaks veel kättesaadavad polnud. Tulemusena saadi seega 2017.aastal tarbitud lihatoodangu kogus Eestis. Seejuures tuleb arvestada, et sisse ei ole võetud imporditud lihatooteid nagu vorstid, konservid jms kuna khg emissiooni kogust on võimalik arvutada vaid toore liha pealt.

Lihatarbimine Eestis 2017.aastal (t)				
Lihaliik	Kogu lihatarbimise toodang Eestis	Eksport	Import	Lihatarbimine Eestis
Veiseliha	12500	921	2905	14484
Sealiha	41900	5580	23 500	59 820
Lamba-ja kitseliha	600	13	275	862
Linnuliha	19300	3816	18 600	34 084
LIHA KOKKU	74300	10 330	45 280	109 250

Allolev tabel esitab Khg emissioonide kogused, mis tekivad ühe kg liha tootmisest. See sisaldab ka emissiooni, mis tekib farmides, tehastest, teedel, poes ja kodudes.

Lihaliik	kg CO _{2e}
Lambaliha	39,2
Veiseliha	27
Sealiha	12,1
Kalkuniliha	10,9
Kanaliha	6,9

Allikas: (Environmental Working Group, 2011)

Ülaolevast on tuletatud seega Eestis senisest lihatarbimisest tekkiv CO₂ heitkogus. Kuna Eesti Statistikaamet on linnuliha tarbimise esitanud kõikide linnuliikide lõikes kokku siis keskmine emissioonifaktor linnuliha puhul oleks (kalkuniliha 10,9kg CO_{2e}+ kanaliha 6,9 kg CO_{2e})8.9 kg CO_{2e}

Lihaliik	Arvutuskäik	Lõpp CO _e kogus antud lihaliigi tarbimisest Eestis aastal 2018
Lambaliha	862 000 kg x 39,2kgCO _{2e}	33790 t CO _{2e}
Veiseliha	14484000 X 27 kg CO _{2e}	391068 t CO _{2e}
Sealiha	59820 000 X 12,1 kg CO _{2e}	723822 t CO _{2e}
Linnuliha (Kalkun + Kana)	34084 000 x 8.9 kg CO _{2e}	303348 t CO _{2e}
KOKKU		1452028t CO _{2e} ehk ca 1452 ktCO _{2e}

Kuna antud stsenaarium toimiks vaid juhul kui kogu lihatootmine Eestis lõpetatakse, siis on selle sellisel kujul täitumine ebarealistlik, küll aga näitab maksimaalset lihatootmise lõpetamise potentsiaali. Meetme eesmärgiks on aga lihatootmise ja tarbimise vähendamine mitte lõpetamine, mistõttu 100% meetme täitumisest võiks vähendamist eeldada teatud protsendil. Oxfordi Ülikooli uuringujärgi oletame, et kui lihatootmist Eestis kõikide lihaliikide peale kokku vähendatakse aastaks 2050 ca 30%¹³ siis oleks kogu lihatootmise vähendamisest saadav CO₂vähendamise potentsiaalne kogus 435,6 kt CO_{2e}.

Elanike lihatarbimise vähendamiseks on erinevaid viise mida riik saaks toetada. Üheks nendeks oleks taimetoitluse kampaaniad, nt koostöö kampaaniaga Taimeteisipäev (<https://taimneteisipaev.ee/>); koolitused lasteaedades ja koolides; toetada toidutehnoloogiat ja lubada turule innovaatilisi toite (nt putukatest toodetud jahu, loomaliha kasvatamine laboris jne), toetada lihatootjate taimse toidu sidumist oma lihatoodangusse (nt Rakvere 50/50 lihapallid¹⁴) jne. Lisaks on Rootsis ja Saksamaal koostöös WWF-ga (World Wildlife Fund) välja töötatud "meat guide", mille eesmärgiks on poodides toodetele juurde lisada lihtne ning inimestele kergesti jälgitav sedel antud lihaliigi tootmise jalajäljest, mõjust elurikkusele, kemikaalide ja pestitsiidide kasutamine mingi konkreetse lihatootte puhul ning loomade heaolu¹⁵. Seda instrumenti võiks ka Eestis rakendada.

48. Täppisväetamine

REKK 2030 meede Tõhusate väetamistehnoloogiate juurutamine, mille eesmärgiks on lämmastiku ja äravoolu vältimine ning vähendamine. Meetme eesmärgiks on tõhusate väetamistehnoloogiate

¹³ Oxfordi Ülikooli Uuring: <https://www.iflscience.com/environment/going-veggie-would-cut-global-food-emissions-two-thirds-and-save-millions-lives-new/all/>

¹⁴ <https://kasulik.delfi.ee/news/uudistooted/rakvere-toi-turule-koogiviljadega-lihapallid?id=76132385>

¹⁵ Instrumendi kohta saab lugeda siit: https://www.fcrrn.org.uk/fcrn-blogs/swedish-meat-guide-%E2%80%93-multidisciplinary-research-reached-society?fbclid=IwAR08tgZQOdOld0m1imMhcbxP2mwB43tkayxFL_E3aMwePCkvVL81NlSmDA

juurutamine, et vähendada ja vältida lämmastiku leostumist ning äravoolu. Meetme rakendamise periood on 2015-2021. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meede vähendaks 2020.aastal 5,2 kt CO₂ekv, 2025.aastal 15,5 kt CO₂ekv, 2030. aastal 25,9 kt CO₂ekv ja 2035.aastal 25,9 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 171 kt CO_{2e} ja 2031-2050 518 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Väetamise ajastuse vastavusse viimine ajaga, mil põllukultuur kasutab kõige rohkem väetist, vähendab N₂O heitkoguste tõenäosust. Hinnanguliselt väheneb mineraalväetiste kogus 15% võrra, mis kokkuvõttes tähendab kulude vähendamist (ca 25 €/ha) ja kasumlikkuse suurenemist põllumajanduses. KHG heitkoguste vähendamise määraks on võetud Suurbritannia vastavas analüüsis hinnatud määr, mida on vähendatud poole võrra arvestades väetiste kasutamise intensiivsuse erinevusi Eestis ja Suurbritannias. Eeldatud on CO₂ heite vähendamist 0,15 tonni võrra hektarilt. Meetmega hõlmatud põllumaa osakaal kasvab 25% võrra aastaks 2030. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähendamine 2050. aastal 25 900 t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu -166,0 €/t

Keskkonna-, maaelu-, majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumite koostatud esitluse „Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevate investeeringute vajadused perioodil 2021+“ andmeil on täppisväetamise orienteeruv investeerimisvajadus 4 mln € ning perioodil 2021-2030 väheneb CO₂ 23 000 t. Arvutusi on peetud täpsemateks võrreldes ülatooduga kuna arvesse on võetud ka meetmega seotud kulud, näiteks täppisväetuse seadmete maksumused. (Mandel, 2019)

Täppisväetamise seadmed ja nende maksumus komplekti kohta kokku 33 000 €:

- tsentrifugaal- või muud tüüpi laotur: 10 000 €
- GPS, tarkvara ja litsents selle kasutamiseks: 10 000 €
- muud seadmed: 8000 €

Nende seadmete kasutamine võimaldab piirata mineraalväetiste kogust kuni 5% ulatuses. Sääst sünnib väiksemast ülekattest, täpsemast pöördribadega liitumisest ja kaldsete liitumiste väiksemast topeltlaotamisest. Ühe seadme komplektiga saaks katta ca 1500 hektarit. Mineraalväetisi kasutatakse kõige enam põllumaadel (kuigi teatud määral ka rohumaadel), mille pindala on kokku 679 000 ha (2017). Lämmastikväetisi kasutati 2017. aastal kokku 37 000 tonni, seega ligikaudu 50 kg põllumaa hektari kohta (tingimusel, et rohumaade väetamist ei arvesta). Ühe seadme komplektiga saaks seega aastas lämmastikväetiste kogust vähendada $1500 \times 50 \times 5\% = 3,75$ t. (Mandel, 2019)

Seega kui soovime katta 150 000 ha põllumaad, siis lämmastikväetise kokkuhoid aastas oleks 375 tonni ning koguinvesteering oleks 3,3 mln €. Kui meetme toetusmäär oleks 50%, siis oleks toetussumma kokku 1,15 mln €. Kuna osaliselt saab katta ka Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika kaudu, siis täiendav vajadus oleks ca miljon eurot. (Mandel, 2019)

49. Rohumaal karjatamise osakaalu kasv

Meede vähendaks 2020.aastal 0,7 kt CO₂ekv, 2025.aastal 3 kt CO₂ekv, 2030.aastal 5,2 kt CO₂ekv ja 2035.aastal 5,2 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 33 kt CO_{2e} ja 2031-2050 104 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Vastavalt KPP 2050 mõjuhinnaingu dokumendile kasvab karjatamise osakaalu tähtsus 2050. aastaks 15 protsendipunkti võrra. Prognoosi koostamisel on eeldatud, et juba 2030. aastaks kasvab karjatamise osakaal 15% võrra. Võrreldes laudas pidamisega väheneb CH₄ koguheide 80% võrra. CH₄ koguheide mittepäimaveistel oli 2017.aasta inventuuri kohaselt Eestis 1 740 tonni (10 kg veise kohta aastas; 2015. a).

50. Ionofooride kasutamine lihaveistel

Ei kajastu arvutusmodelis. Lihaveistest enamiku moodustavad maheveised, kellede puhul ionofooride kasutamine ei ole lubatud. Seetõttu oleks meetme rakendamisel mõju ainult juhul kui maheveiste puhul see tingimus kaoks kuna vastasel juhul oleks mõju marginaalne.

Meede vähendaks 2020.aastal 2,8 kt CO₂ekv, 2025.aastal 16 kt CO₂ekv, 2030.aastal 30,1 kt CO₂ekv ja 2035.aastal 30,1 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 178 kt CO_{2e} ja 2031-2050 602 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Ionofooriga mineraalid parandavad energia ainevahetust ja proteiini utiliseerimist vatsas, mille tulemusena on suurem massi-iive, sööda efektiivsus ja parem fermentatsioon. Prognoosi koostamisel on eeldatud, et aastaks 2030 manustatakse ionofoore täiendavalt 50%-le veistest (va piimalehmad). Mittepäimaveiste arv kasvab hinnanguliselt 174 000 veiselt 2020.a 186 000 veiseni aastal 2030. Kuna ionofoorid võivad piimalehmade seedetegevuse tasakaalu rikkuda, siis ei ole neid arvestatud. KHG heite vähendamise mahuks hinnati 0,33 tonni CO₂ aastas. Söödakulu kasv on minimaalne 11,5 eurot veise kohta aastas ning positiivne rahaline mõju tekib juurdekasvu suurenemisest ehk suurenev tulu liha realiseerimisest tulevikus 50 eurot veise kohta aastas. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähendamine 2050. aastal 30 100 t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu -119,1 €/t.

Maheveistele on Euroopa Komisjoni määruse 889/2008 22. artikli alusel lubatud sööta ainult teatud söödalisandeid ning neid ei ole nimetatud ka määruse lisa VI, kus on toodud lubatud söödalisandite nimekiri. Antud artiklis ei ole mainitud koktsidiostaatikume, kuhu alla kuuluvad ka ionofoorid, seega ei ole neid lubatud kasutada. Lisaks sellele ei ole Euroopa Liidus koktsidiostaatikume heaks kiidetud, mis tähendab, et mitte mahepõllumajandusveiste puhul on need lisandid samuti keelatud. Koktsidiostaatikume on lubatud sööta vaid kanadele, kalkunitele ja küülikutele vastavalt Euroopa söödalisandite registris näidatud nõuetele. (Euroopa Komisjon, 2008)

51. Sööda kvaliteedi parandamine piimalehmadel

Meede vähendaks 2020.aastal 1,4 kt CO₂ekv, 2025.aastal 7,2 kt CO₂ekv, 2030.aastal 14,9 kt CO₂ekv, 2035.aastal 14,9 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 82 kt CO_{2e} ja 2031-2050 297 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Meede kujutab endas sööda paremat ettevalmistamist ja saagi õigeaegset koristamist. On eeldatud, et aastaks 2030 tõstetakse sööda kvaliteeti vajalikule tasemele 50% piimalehmadel. Aastaks 2020 on Eestisse prognoositud 90 000 piimalehma, mis kasvab 2030. aastaks 99 000 lehmani. Sööda maksumus kasvab selle kvaliteedi parandamisega hinnanguliselt 10%, mida kompenseerib sööda seeduvuse

paranemise tulemusena vähenev sööda kogus. Sööda kuluks lehma kohta aastas on eeldatud 640 €. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähendamine 2050. aastal 14 900t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu 112,7 €/t.

52. Talvine taimkate

Meede vähendaks 2020.aastal 4,5 kt CO₂ekv, 2025.aastal 24,7 kt CO₂ekv, 2030.aastal 44,9 kt CO₂ekv ja 2035.aastal 44,9 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 271 kt CO_{2e} ja 2031-2050 897 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

Taliteravilja ja mitmeaastaste heintaimede kõrval on võimalus kasvatada vahekultuure, mis külvatakse kohe pärast põhikultuuri koristamist ning küntakse mulda kevadel või vahetult enne maa külmumist sügisel.

Kulude hindamisel on lähtutud "Kattetulu arvestused taime ja loomakasvatustes" toodud kulubaas: seeme, külv, väetamine. Tulude poolel on eeldatud mõningast saagikuse kasvu. Netokulu on arvestuste kohaselt 14€/ha. Meetmega hõlmatud põllumaa osakaal kasvab aastaks 2030 20% võrra. KHG heide väheneb 0,325 t võtta ha kohta. (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähendamine 2050. aastal 44 900 t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu 43,08 €/t.

53. Mineraalväetiste asendamine orgaaniliste väetistega

Mineraalväetiste asendamine orgaaniliste väetistega vähendaks 2020.aastal 0 kt CO₂ekv, 2025.aastal 6,6 kt CO₂ekv, 2030.aastal 13,3 kt CO₂ekv ja 2035.aastal 19,9 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meede vähendaks perioodil 2020-2030 kumulatiivselt 73 kt CO_{2e} ja 2031-2050 544 kt CO_{2e}. (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2018)

KPP 2050 dokumendi mõjuhinna stsenaariumi KPP1 kohaselt vähenevad väetamiseks kasutatud sünteetiliste lämmastikväetiste kogused 2050. aastaks 41%(võrreldes 2013. aastaga; 30 842 tonnilt 19 801 tonnile), samavõrra väheneb ka N₂O heide. Netotulu arvestamisel eeldati, et saagikus langeb 5%, lämmastikväetiste kulu väheneb 90 €/ha ning orgaaniliste väetiste täiendav veokulu on 8,1 €/ha.

Positiivset finantsilist netomõju näitas Suurbritannia vastav analüüs (marginaalkulu -166 €/t CO_{2e}). Seejuures ületab väetamise kulude langus väiksemast saagikusest tingitud müügitulude languse. Meetmest tekib positiivne kõrvalmõju lämmastiku pinnasesse lekkimise vähendamisest.

OÜ Finantsakadeemia arvutuste lõpptulemusena on meetme:

1. CO₂ vähendamine 2050. aastal 39 800 t.
2. CO₂ vähendamise marginaalkulu -143,1 €/t.

54. Vähendada põllumajandussektori KHG-de ja ammoniaagi heitkoguseid

REKK 2030 meede Vähendada põllumajandussektori KHG-de ja ammoniaagi heitkoguseid. Eesmärgiks on siduda 49,6% hetkel kasutusel olevast põllumajandusmaast säästmislepingutega, et vähendada 2020.

aastaks N_2O ja CH_4 heitkoguseid. Eesmärkideks on biomassi kasutamise propageerimine, taastuva energia tootmine, investeerimine loomakasvatushoonetesse (sh sõnnikuhoidlatesse) ja põllumajandusettevõtete tehnoloogilise võimekuse suurendamine. Meetme rakendamise periood 2014-2020 ja kavandatavad kulud on 510 000 eurot.

Võttes aluseks ammoniaagi emissiooni jagunemise loomakasvatuses erinevate tootmistsükli etappide vahel: loomapidamishoone 1909 tonni (20,6%), sõnnikuhoidla 4367 tonni (47,2%), sõnniku laotamine 603 tonni (6,5%) ning karjatamine 2372 tonni (25,6%), siis nähtub, et suurima osakaaluga on emissioon sõnniku ladustamisest. Tootmistsükli etapid, kus tehnoloogia arendamine annab ammoniaagi emissiooni vähendamise kontekstis suurimat reaalselt efekti on sõnniku ladustamine ning sõnniku laotamine. (Kaasik & Möls, 2017)

Sõnnikuhoidlatest pärineva NH_3 prognooside koostamisel lähtutijärgmistest tingimustest:

- Tahesõnnikut põllul ei aunastata.
- Karjatamise osatähtsus aastate lõikes ei muutu.
- Sügavallapanu osatähtsus aastate lõikes ei muutu (lihavedel, lambad, kitsed, hobused).
- Loomapidamishoones suuri tehnoloogilisi arenguid ei toimu.
- Varikatusega tahesõnnikuhoidlate osatähtsus väheneb.
- Laguuntüüpi hoidlate osakaal väheneb, suureneb permanentse kattega
- rõngasmahutite osatähtsus.

Sõnnikulaotamise NH_3 prognooside koostamisel lähtuti järgmistest tingimustest:

- Vedelsõnniku paisklaotust ei kasutata.
- Tahesõnniku muldaviimise aeg lüheneb.
- Suureneb injektorlaotuse osatähtsus.

Metaani, dilämmastikoksiidi, väävelvesiniku ja lõhnaainete emissiooni osas võib eeldada:

- Metaani summaarne emissioon tulenevalt loomade koguarvu ja sõnniku produktsiooni suurenemisest kasvab.
- Dilämmastikoksiidi emissioon suureneb, kuna vedel ja tahesõnniku proportsioon ei muutu.
- Väävelvesiniku emissioon suureneb, kuna vedel ja tahesõnniku proportsioon ei muutu.
- Summaarne lõhnaainete emissioon (hajumine) väheneb, kuna katusega
- vedelsõnnikuhoidlate osakaal ning injektorlaotuse osakaal suureneb. (Kaasik & Möls, 2017)

Saavutamaks 1%-line ammoniaagi emissiooni vähenemine kogu põllumajandussektorist tuleb lisaks loomakasvatusest lenduval ammoniaagile arvesse võtta põllumajandusmaade muude orgaaniliste ja mineraalväetistega väetamisel lenduva ammoniaagi kogus. 2005. aastal lendus summaarselt 10 549 tonni ammoniaaki. Sellest tulenevalt tohiks summaarne ammoniaagi emissioon kogu sektorist alates 2020. aastast olla 10 443 tonni. (Kaasik & Möls, 2017)

Summaarse investeeringuvajaduse kalkuleerimisel vedel- ja tahesõnnikuhoidlate parendamisse on lähtutud 2017. aasta ehitushindadest (hinnadkäibemaksuta):

- varikatusega tahesõnnikuhoidla rajamine keskmiselt 56,0 eur/ m^3 ;
- avatud rõngasmahuti katmine telkkatusega 42,4 eur/ m^3 ;
- uue telkkatusega rõngasmahuti rajamine 82,4 eur/ m^3 .

Investeeringuvajadus sõnnikuhoidlatesse tagamaks põllumajandussektorist lenduva ammoniaagi emissiooni vähendamise oleks aastani 2020 113,7 miljonit eurot. Järgnevatel perioodidel oleks investeeringuvajadus väiksem, 2025. aastani 37,7 miljonit eurot ja 2030. aastani 32,3 miljonit eurot. Koguinvesteering seega 183,8 miljonit eurot. Võttes aluseks kogu põllumajandussektorist lähtuva ammoniaagi emissiooni on investeeringuvajadus, saavutamaks seatud eesmärged, laotusseadmetesse

aastani 2020 – 5,5 miljonit eurot ning aastani 2030 veel 2,7 miljonit eurot Koguinvesteeringu maht oleks seega 8,2 miljonit eurot. (Kaasik & Möls, 2017)

55. Tõhusate väetamistehnoloogiate juurutamine

REKK 2030 meede Tõhusate väetamistehnoloogiate juurutamine, mille eesmärgiks on vähendada ja vältida lämmastiku leostumist ja äravoolu. Meetme rakendamise periood on 2015-2021. Meetme eest vastutab Keskkonnaministeerium. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018). Meede on Eesti veemajanduskava meetmeprogrammi 2015–2021 meetmed, mille abil soovitakse piiratapõllumajandussektorist pärineva lämmastiku sattumist keskkonda.

56. Metsastamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)	3,5	€/tonn
Investeeringu erikulu	1 800 000	€/mln m ³
Aastaks 2050 installeeritud biometaanitootmise	1205	GWh/a
Biometaanitoodang aastal 2050	133 900 000	mln m ³
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050	306 213	t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	En05	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Energeetika	

evates metsades tootmise suurendamine. Meetme üldine eesmärk on toetada kliimamuutuste leevendamiseks metsade õigeaegse uuendamisega seotud tegevusi. Meetme rakendamise periood 2011-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Metsandusega seotud toetavad tegevused

- Kliimamuutuste leevendamiseks metsade netojuurdekasvu ja süsiniku sidumise võime suurendamine metsade õigeaegse uuendamise läbi– meede, mille eesmärgiks on olemasolevates metsades süsiniku säilitamine ja olemasolevates metsades tootmise suurendamine, ulatuslikum metsa majandamine. Meetme abil tagatakse elupaigatüübiga kokkusobivate puuliikide kättesaadavus, mille eesmärgiks on soodustada erametsades tõhusat ja kiiret uuendamist. Meetme rakendamise periood on 2011-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

- "Majandatavate erametsade elupaigatüübiga kokkusobivate puuliikidega uuendamise propageerimine"

- "Metsade tervise parandamine ja ohtlike negatiivsete tegurite leviku vältimine" – REKK2030 meede 46, mille eesmärgiks on loodusõnnetuste vastase kaitse tugevdamine, olemasolevates metsades süsiniku säilitamine. Meetme abil toetatakse metsade seiret ja uuendamist, et parandada metsade tervist ja vältida tulekahjude, kahjurite ja tormide tagajärjel tekkivat kahju. Meetme rakendamise periood on 2011-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

- "Fossiilsete kütuste ja mittetaastuvate loodusvarade kasutamisega seotud keskkonnamõjude vähendamine Eesti puidutootmise ja -kasutamise suurendamise läbi" – REKKmeede 47, mille eesmärgiks on puittoodete valiku suurendamine, rohkelt KHG-sid tekitavate lähteainete ja materjalide asendamine

puittoodetega. Meetme eesmärk on julgustada Eestis vastavate tegevuste toetamise abil puidu tootmist ja kasutamist. Meetme rakendamise periood on 2011-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

57. Metsade bioloogiline mitmekesisus

Ei kajastu arvutusmodelis.

REKK 2030 meede Natura 2000 toetus erametsamaale, mille eesmärgiks on olemasolevate metsades süsiniku säilitamine. Kaitsealad, hoiualad ja kaitse all olevate liikide levialad metsamaal aitavad säilitada nendelt metsadelt pärinevat süsinikuvaru. Meetme eesmärk on säilitada metsaga kaetud Natura 2000 võrgustikku kuuluvate alade bioloogilist ja maastiku mitmekesisust, mis tähendab eravaldues olevate metsaalade toetamist. Meetme rakendamise periood 2014-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Natura 2000 toetus erametsamaale

- EAFRD (eurodes): 21 924 000,00
- Riiklik kaasrahastamine (eurodes): 7 308 000,00
- Riiklik lisarahastamine (eurodes):
- Kokku (eurodes): 29 232 000,00

Peaks soodustama veelsoodustab metsade elujõulisuse suurendamist liigikoosseisu parandamise või teiste metsandusmeetodite rakendamise, metsade bioloogilise mitmekesisuse säilitamise ja uuendamise, tervikliku ökosüsteemi ja kaitsefunktsiooni kaudu, aidates säilitada metsa mitme-eesmärgilist rolli ning vaimset ja kultuuripärandit. Meetme rakendamise periood on 2014-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

58. Otsekülv

“Kattetulu arvestused taime ja loomakasvatustes” alusel annab otsekülvi meetod mõnevõrra suurema tulususe (ca 60€/ha aastas) võrreldes künnipõhise harimisega. Otsekülviga maakasutuse korral on masintööde kulu ca 1,2 korda madalam kui aluseks võetud künnipõhise nisukasvatuse korral. Eeldati, et 25% masintööde kuludest moodustab kütusekulu. Diislikütuse hinnaeelduse (uuringus 0,55 €/l erimärgistusega diislikütusel) ning diisli energiasalduse koefitsientide abil hinnati kokkuhoitud energiakogus GWh-des.KHG heitkoguste vähendamise määraks on võetud Suurbritannia vastavas analüüsis hinnatud määr (0,15 t CO₂e/ha).

Meede vähendaks 2020.aastal 1,3 kt CO₂ekv, 2025.aastal 7,6 kt CO₂ekv, 2030.aastal 13,9 kt CO₂ ja 2035.aastal 13,9 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 182 GWh ehk ligikaudu 1,2% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

1. Summaarne CO₂ vähenemine on 83 tuhat tonni perioodil 2021-2030.
2. Finantsakadeemia OÜ arvutuste tulemusena on meetme marginaalkulu ca -400 €/t CO₂e.(Finantsakadeemia OÜ, 2018)

59. Energiakultuuride kasvatamine liivmuldadel

Aastaks 2030 on eeldatud 11 000 hektaril energiavõsa kasvatamist Eestis seni põllumaana kasutataval pinnal (Taani uuringus kavandati 100 000 hektaril (Inter-ministerialworkinggroupDenmark, 2013, lk 67)). KHG heite vähendamise potentsiaal (1,4 t CO₂e/ha) on võetud Taani uuringu andmetest, mida onaga

vähendatud koefitsiendiga 0,75 arvestades põllumaade väetamise väiksemat intensiivsust Eestis. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Meede vähendaks 2020.aastal 1,4 kt CO₂ekv, 2025.aastal 8,2 kt CO₂ekv, 2030.aastaks 15 kt CO₂ekv ja 2035.aastal 15 kt CO₂ekv. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Meetme elluviimise tulemusel perioodil 2021–2030 tekkiv otsene energiasääst on kokku hinnanguliselt umbes 88 GWh ehk ligikaudu 0,6% perioodi 2021–2030 riikliku energiasäästu eesmärgi kogumahust (15 642 GWh). (Finantsakadeemia OÜ, 2018)

1. Summaarne CO₂ vähenemine on 90 tuhat tonni perioodil 2021-2030.
2. Finantsakadeemia OÜ arvutuste tulemusena on meetme marginaalkulu ca 43 €/t CO_{2e}. (Finantsakadeemia OÜ, 2019)

Regulatiivsed meetmed

60. Saastetasumäärade tõstmine ja/või sidumine kvoodihinnaga

Keskkonnatasude seaduse (KeTS) järgi makstakse saastetasu seadusega kehtestatud saastetasumäärade järgi. Tasumäärade kehtestamisel arvestatakse praegusel hetkel heitekoha saastetundlikkust, saasteaine ohtlikkust ja parima võimaliku tehnika kasutamist. Süsinikdioksiidi saastetasumäär on KeTS järgi 2 eurot tonni kohta. Seejuures on hetkel (08/07/2019) kvoodi hind 25,84 eurot tonn, mis tähendab, et EU ETS süsteemi välised käitised maksavad süsinikdioksiidi eest proportsionaalselt liiga vähe. Peaks kaaluma sarnast mehhanismi energeetilise maavara kaevandamisõiguse tasuga (KeTS § 9¹), kus: 1) tasumäär kehtestab Vabariigi Valitsus määrusega (kiire reageerimine võimalik); 2) MKM jälgub turuväärtuse muutumist ja avaldab veebilehel analüüsi (mehhanism millega anda asi VV-le otsustamiseks).

Eraldi analüüsi vajab õiglase tulu kontseptsiooni kohaldamine ettevõtetele, keda 2 eurose määra muutmine mõjutab.

61. Fluoritud KHG-de määruses (EL) nr 517/2014 ja mootorsõidukite kliimaseadmetest pärinevate heitkoguste direktiivis 2006/40/EÜ kehtestatud keeldude ja kohustuste rakendamine

Marginaalkulu (kulutõhusus)		€/tonn
Investeeringu erikulu		€/MW
Maksimaalne paigaldatav tootmisvõimsus		MW
Kasvuhoonegaaside heite vähenemine aastal 2050		t CO _{2eq}
Meetme kood arvutusmudel	Ind01	
Sektor milles KHG heite vähenemine tekib	Tööstus	

Eesti Riikliku Energia ja Kliimakavaga seatud eesmärkide täitmiseks aastaks 2030 on juba olemasoleva meetmena energiasäästu parandamiseks esitatud meede - Fluoritud gaaside heitkoguste vähendamine, fluoritud gaaside asendamine teiste ainetega. Fluoritud KHG-de määrusega (EL) nr 517/2014 (mis

jõustus 1. jaanuaril 2015) kehtestatakse F-gaaside järkjärgulise vähendamise ajakava aastaks 2030 mis viiakse ellu lubatud ühikute süsteemi ja keeldude/piirangute rakendamise teel.

F-gaaside heitkoguseid tuleb vähendada kulutõhusalt 2030. aastaks umbes 70% heitkoguste vähendamise piirkuluga umbes 50 eurot 1 CO₂-ekvivalenttonni kohta. Kõige tähtsamad määruses (EL) nr 517/2014 toodud fluoritud KHG-de heitkoguseid vähendavad meetmed on:

- teatud uute seadmete turule toomise keelud;
- teeninduskeeld F-gaasidele, mille globaalse soojenemise potentsiaal on vähemalt 2500;
- kasutusest eemaldatud seadmetest gaaside eraldamise nõue;
- gaase käsitlevate ettevõtete sertifitseerimise kohustus.

Meetme rakendamise perioodiks on 2015-2030 ning meede on käimasolev ja seadusandlusele põhinev.

Direktiivi 2006/40/EÜ kohaselt on alates 1. jaanuarist 2017 keelatud uute EL-i tüübikinnitusega sõiduautode, pikap-autode ja kaubikute müük, mille kliimaseadmed sisaldavad külmutusainet, mille globaalse soojenemise potentsiaal on suurem kui 150.

Tabel 1. Tööstuslike protsesside ja toodete kasutamise sektori poliitika prognoositavad mõjud

Meetme nimetus	Eesmärk/mõjutatav tegevus	Prognoositav KHG-de leevendamismõju kokku, kt CO ₂ ekv ²			
		2020	2025	2030	2035
Määrus (EL) nr 517/2014	Fluoritud gaaside heitkoguste vähendamine, fluoritud gaaside asendamine teiste ainetega	22,8	67,6	108,8	134

(Keskkonnaministeerium, 2017)

Tabel 2. Tööstusprotsesside ja toodete kasutamise KHG heitkoguste prognoos olemasolevate meetmete ja poliitikate alusel, tuh tonni CO_{2e}

	2005	2015	2020	2025	2030	%2030
PROGNOOS WEM	174,5	251,9	222,5	178,0	136,7	100,0%
Mineraalsete materjalide töötlustöötlustöötlus		1,6	1,6	1,6	1,6	1,2%
Kütuste kasutamine mitteenergeetilistel eesmärkidel ja lahustite kasutamine		21,4	20,2	20,4	20,3	14,9%
Osoonikihti kahandavate ainete asendajate kasutamine		222,8	194,7	150,0	108,7	79,5%
Teiste toodete tootmine ja kasutamine		6,0	6,0	6,0	6,1	4,5%

(Finantsakadeemia OÜ, 2018)

CO₂ kogus väheneb 2030. aastaks F-gaaside keeldude ja kohustuste rakendamisel 85 800 tonni võrreldes 2020. aastaga (**Error! Reference source not found.**).

Muud toetavad meetmed (arvutustest väljas, aga olulised)

1. Energiatarbimise juhtimine

Selle meetme all võib mõista võimaluste loomist turul tarbimise juhtimise ja abiteenustega (nt sageduse hoidmine) kauplemiseks. Selliste teenuste toimimise võimaldamise abil on võimalik oluliselt vähendada taastuvenergiaallikate süsteemi integreerimise kulusid ja suunata tarbimist tundidele kui on kättesaadavad madala heitega energiakandjad (Aunedi, Teng, & Strbac, 2014). Energiatarbimise juhtimist (*demand response*, *demand-side response*, *DSR*) on nimetatud KPP 2050 dokumendis kui energia varustuskindluse tagamiseks olulist lähenemist, kuid meede ei ole eraldi välja toodud REKK 2030 dokumendis. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

Energiatarbimise juhtimise meetmed on jagatud sõltuvalt kestusest kahte kategooriasse. Esimene neist on staatiline tarbimise juhtimine, mille mõjud avalduvad pikema aja jooksul on seotud energiasäästuga. Staatiline juhtimine pakub huvi eelkõige sektorites, kus energiatõhusus annab märkimisväärset kokkuvõtet(tegevus)kuludelt, s.o kodumajapidamistes ning äri- ja avaliku teeninduse sektoris. Teine kategooria on dünaamiline tarbimise juhtimine, mis on seotud lühiajaliste tegevustega, mille eesmärgiks on pakkuda teenuseid elektriturule ja -süsteemile. Dünaamiliste meetmetega tarbimise juhtimist suudavad pakkuda ainult suured ühiktarbijad (tööstused) või agregeeritud (koondatud võimsustega) tarbijate grupid, kes on üheaegselt ja tsentraalselt juhitavad. (Rosin, et al., 2014)

2. Elupinna kasutuse optimeerimine

Meetmes tekib KHG heite vähenemine suuri ning ebatõhusaid eluruume kasutavate elanike liikumisel optimaalse suurusega pindadele, vabastades läbi selle suuremad eluruumid kasutuseks ning vähendades vajadust linnastumisest tulenevalt uute eluruumide järele. Mõju kvantifitseerimiseks oleks vaja esmajärjekorras hinnata taolise optimeerimise võimalikku mõju, käsitlemata meetmeid, mis sellise tulemuse saavutamiseks vajalikud oleksid.

3. Autonoomsed elektrijaamad maapiirkondades

Maapiirkondades autonoomsete elektrijaamade rajamine aitab KHG heidet vähendada kahel viisil. Kui tegu on tarbimispunkti või tarbimispunktide grupiga, mis oli ühendatud võrguga, kuid nüüd on autonoomne, tarbides elektrit taastuvenergia baasil lahendusest, siis seiseneb KHG vähenemine energiaallika muutuses. Lisaks võib tekkida kokku tarbitud elektrienergia vähenemine kuna vähenevad kaod jaotusvõrgus (aastast 2021 alates peaks kaod olema 5,5%¹⁶).

4. Nutikad kaugkütte ja –jahutusvõrgud (digitaliseerimine)

KHG heite vähendamine tekib olemasoleva taristu ja tootmisseadmete tõhusamal kasutamisel. Aastal 2018 oli kogu kaugküttevõrgus toodetud soojuse mahuks 5,04 TWh, millest 2,33 TWh oli taastuvenergia.

¹⁶https://energiatalgud.ee/index.php/V%C3%B5rgukaod:_elektar?menu-27

(Umbleja, 2019) Eestis on ca 41 kaugküttesüsteemi, mis on Euroopa Liidu Energiatõhususe direktiivi (2012/27/EL) kohaselt tõhusad kaugküttesüsteemid, kus soojust tootmiseks kasutatakse vähemalt 50% taastuvenergiat, 50% heitsoojust, 75% koostoodetud soojust või 50% sellise energia ja soojuste kombinatsiooni. (Utilitas, 2018)

Teadus- ja arendustegevused

1. Energiamajanduse arengukava teadus- ja arendustegevuse programm

Eesti energiamaanduse arengukavaga ning Eesti Riikliku Energia ja Kliimakavaga (ENMAK 2030) seatud eesmärkide täitmiseks aastaks 2030 on juba olemasoleva meetmena energiasäästu parandamiseks esitatud meede - Energiamaanduse arengukava teadus- ja arendustegevuse programm. Meetme rakendamise perioodiks on määratud aastad 2019-2022. Energeetikaalase teadusja arendustegevuse võimekuse parandamiseks ja teiste seonduvate eesmärkide saavutamiseks käivitati Eestis 2008. aastal riikliku teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni „Teadmistepõhine Eesti 2007–2013” strateegia raames „Energiatehnoloogia programm” (ETP). ETP meetme raames oli rahaline toetus projektidele kokku 7,1 M€. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

Teadus- ja arendustegevus on ENMAK 2030 dokumendis välja toodud kui oluline tegevus elektrienergia tootmise arendamiseks. ENMAK 2030 kavandab teadus- ja arendustegevust, mis aitab kaasa arengukava 11 meetme edukale rakendamisele. Tegevused on kavas koondada 7 valdkonna alla. Meetme rakendamise perioodiks on toodud 2019-2022. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

2. Võimalikud rohetehnoloogia innovatsiooni pilootprojektid

Meedet ei ole eraldi meetmena senistes arengudokumentides käsitletud. Aitaks kaasa tehnoloogiasiidrele ja uute tehnoloogiate väljatöötamisele.

Keskonnaministeeriumi tellimisel on aastal 2017 valminud rohetehnoloogia potentsiaali uuring Eestis, mis selgitas välja Eesti rohetehnoloogia tugevused ja nõrkused (Vallistu, Eljas-Taal, Väljaots, Vipp, & Hein, 2017). Nendeks on:

Tugevused:

1. Eestis on arvestatav hulk arenenud rohetehnoloogiaid. 2. Energiasektori lahendused on kõige suurema ekspordivõimekuse ning globaalse nõudlusega valdkond. 3. Rohetehnoloogia ettevõtted on nii rahvusvaheliselt kui Eestis võrgustunud. 4. Tootmisvõimekuse suurendamine lisanduvate tellimuste jaoks ei ole Eesti ettevõtetele probleem. 5. Lisaks energiasektorile on veel tugevaid valdkondi. 6. Tehnoloogiad kuuluvad Eesti ettevõtetele, allhanget ei pakuta. (Vallistu, Eljas-Taal, Väljaots, Vipp, & Hein, 2017)

Nõrkused:

1. Eesti on madala ökoinnovatsiooniga riik. 2. Eesti rohetehnoloogiate majanduslik olukord on nõrk. 3. Paljud ettevõtted on noored ning puudub välisturgudele sisenemise kogemus. 4. Arengumaad ei ole Eesti ettevõtjate jaoks prioriteetsed sihtturgud. (Vallistu, Eljas-Taal, Väljaots, Vipp, & Hein, 2017)

3. Võimalikud demonstratsiooniprojektid ühistranspordis

Meede valmistaks ette suuremahulisemat struktuurset muutust.

Alternatiivkütutse konkurentsivõimelisuse olemasolu selgitamine, alternatiivkütuste turuletuleku võimaldamine tasakaalustatud konkurentsi tingimustes.

Olulisemad tegevused:

- ettevõtjale ja investorile motiveeriva majanduskeskkonna loomine biokütuste ja teiste alternatiivkütuste tootmiseks ja tarbimiseks
- avalikus sektoris alternatiivkütuste kasutamise analüüsimine ja sotsiaalmajanduslikult põhjendatult kasutusele võtmine
- teadus- ja arendustegevus (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

Seotud meede on alternatiivkütuste kasutamise edendamine.

4. Investeeringud majandustegevuse mitmekesistamiseks maapiirkonnas mittepõllumajandusliku tegevuse suunas

Meetme üldine eesmärk on maapiirkonnas (eelkõige keskustest eemale jäävates piirkondades) püsiva majandusliku baasi ning sobivate ja atraktiivsete töökohtade loomise soodustamiseks maaettevõtluse mitmekesistamine ja arendamine. Kogu käesolevaks programmiperioodiks kavandatud meetme eelarve on 57 miljonit eurot, millest Euroopa Liidu osa on 44,46 miljonit eurot ja Eesti riigi kaasfinantseering 12,54 miljonit eurot.

Kliimaga seotud tegevuste elluviimiseks on eelarves väike osa.

5. Keskkonnahoidliku majandamise toetamine

Keskkonnahoidliku majandamise toetamise eesmärgid on propageerida keskkonnahoidlike majandamise meetodite juurutamist ja pidevat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta ning suurendada bioloogilist ja maastiku mitmekesisust ning kaitsta vee ja mulla seisundit, laiendada põllumajanduse keskkonnahoidlikku planeerimist ning suurendada põllumajandussektori tootjate keskkonnateadlikkust. Hinnanguliseks kuluks prognoositakse ligikaudu 170 miljonit eurot. (Keskkonnaministeerium, 2017)

REKK 2030 meede Keskkonnahoidliku majapidamise toetamine, mille eesmärgiks on põllumajanduse keskkonnahoidlike majandamismeetodite juurutamine ja pideva kasutamise propageerimine. Meetme eesmärgid on propageerida keskkonnahoidlike majandamise meetodite juurutamist ja pidevat kasutamist põllumajanduses, et kaitsta ning suurendada bioloogilist ja maastiku mitmekesisust ning kaitsta vee ja mulla seisundit, laiendada põllumajanduse keskkonnahoidlikku planeerimist ning suurendada põllumajandussektori tootjate keskkonnateadlikkust. Meetme rakendamise periood 2014-2020. (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018)

6. Mugava ja moodsa ühistranspordi arendamine+

Meedet on käsitletud Riiklikus energia- ja kliimakavas (REKK 2030). Meetme eesmärgiks on käitumise muutmine, transpordi infrastruktuuri parandamine. See hõlmab ühistranspordi kättesaadavuse parandamist, piletisüsteemide väljatöötamist ja uusi teenuseid. Meetme rakendamise periood on 2015-2030. Meetme hinnanguline maksumus on ligikaudu 17 miljonit eurot aastas. Vähendaks 2020.aastaks kokku 22,1 kt CO₂ekv, 2025.aastaks kokku 37,9 kt CO₂ekv, 2030.aastaks 53,6 kt CO₂ekv, 2035.aastaks 53,6 kt CO₂ekv. (Keskkonnaministeerium, 2017)

7. Riigihangete keskkonnasõbralikkuse nõuded

Keskkonnahoidlike riigihangete eesmärgiks on vähendada toodetest ja teenustest põhjustatud keskkonnamõju, mis tuleneb tootmisest, kasutamisest ja kasutusest kõrvaldamisest. Sellega vähendatakse riske inimese tervisele ja ümbritsevale keskkonnale. (Keskkonnaministeerium, 2018)

Tegu on erinevate tegevuste komplekti, millest saab võib-olla kvantifitseeritud makromajandusliku mõjuga meetmeid tuletada.

Täidetakse EL direktiividest tulenevad kohustused (hoonete energiatõhususe direktiiv, energiasäästudirektiiv), riigi ja kohaliku tasandi eelarvete ressursi efektiivsem kasutamine, soodustatakse innovaatiliste tehniliste lahenduste rakendamist.

Olulised tegevused:

- avaliku sektori liginullenergia hoonete projekteerimise ja ehitamise pilootprojektid, sh uute innovaatiliste tehniliste rakendamine;
- keskvalitsuse hoonete rekonstrueerimine või asendamine; koolimajade ja lasteaedade rekonstrueerimise hoogustamine;
- arhitektuuriväärtusega, muinsuskaitsealustel ja miljööaladel paiknevate elamute jm hoonete energiatõhusaks renoveerimisel linnaehitusliku jm kultuuriväärtuse säilitamise toetamine;
- rohemärgiste süsteemi väljatöötamine ja rohelised riigihanked (keskkonnamõju kvaliteedikriteeriumiks)
- teadus- ja arendustegevus, s.h. hoonete valdkonna;
- uuringute ja analüüside tellimine (Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2017)

Viited

- Allik, A. (2018). *Päikeseenergia Sektori Varadesse Investeerimise tulusus ja riskid*. Tartu: Tartu Ülikool.
- Arumägi, E., Simson, R., Kuusk, K., Kalamees, T., & Kurnitski, J. (2017). *Hoonete kuluoptimaalsete energiatõhususe*. Tallinna Tehnikaülikool.
- Aunedi, M., Teng, F., & Strbac, G. (2014). *Carbon impact of smart distribution networks: Report D6 for the "Low Carbon London" LCNF project*. London: Imperial College London.
- Bianco, V., Scarpa, F., & Tagliafico, L. A. (Märts 2017. a.). Estimation of primary energy savings by using heat pumps for heating purposes in the residential sector. *Applied Thermal Engineering*, 114, 938-947. Allikas: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.12.058>
- Burleson, E. (2014). *IPCC Fifth Assessment Report (Ar5) 2014 Contributing Author*. Kasutamise kuupäev: 27. 3 2019. a., allikas https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2461542
- Ehitisregister. (2019). *Ehitisregistri avaandmete aruanne - HOONE ENERGIA MÄRGISED*. Allikas: <https://avaandmed.ehr.ee/>
- EL. (2018). *Puhas planeet kõigi jaoks (COM(2018)773/F1)*. Allikas: Euroopa Komisjon: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ET/COM-2018-773-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>
- Elering. (2016). *Eesti Pikaajaline Gaasitarbimise Prognoos*. Tallinn.
- Elering. (2018). *Eesti elektrisüsteemi varustuskindluse aruanne 2018*. Allikas: https://elering.ee/sites/default/files/public/Infokeskus/elering_vka_2018_web.pdf
- Environmental Working Group. (2011). *Meat eater's guide to climate change + health*. Allikas: Lifecycle Assessments: methodology & results: http://static.ewg.org/reports/2011/meateaters/pdf/methodology_ewg_meat_eaters_guide_to_health_and_climate_2011.pdf
- Euroopa Komisjon. (2008). *KOMISJONI MÄÄRUS nr 889/2008*. Euroopa Liidu Teataja.
- Finantsakadeemia OÜ. (2018). *KULUTÕHUSAIMATE MEETMETE LEIDMISEKS KLIIMAPOLIITIKA JA JAGATUD KOHUSTUSE MÄÄRUSE EESMÄRKIDE SAAVUTAMISEKS EESTIS*. Keskkonnainvesteeringute Keskus.
- Finantsakadeemia OÜ. (09 2018. a.). *Riigi üldine energiatõhususkohustus aastatel 2021-2030 ning taastuvenergiaeesmärkide täitmine*. Allikas: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium: https://www.mkm.ee/sites/default/files/180917_energiatohusus_2030_aruanne.pdf
- Gailan, I. (28. 03 2019. a.). *World Energy Council*. Allikas: WEC Academy Discussion - transportation, Indrek Gailan - Milline saab olema riigi poolt suunatud transpordisektori areng heitmete vähendamiseks?: http://www.wec-estonia.ee/wec-akadeemia-diskussioon---transpordist/?fbclid=IwAR20cHgKjI5T87tcav2YdZ59v0rUVnd2vAoxsHW-YwCeQZJVI_FaXr9xl1M
- Ilisson, A. (2019). *Soojuspumpade konkurentsivõime uurimine kaugküttesüsteemis Eesti tingimustes*. TalTech, Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut, Tallinn. Allikas: <https://digi.lib.ttu.ee/i/file.php?DLID=12554&t=1>
- Ingermann, K. (28. veebruar 2012. a.). *Kaugkütte soojuskaod*. Allikas: TalTech: <https://www.ttu.ee/ttu-uudised/uudised/vilistlasele-3/karl-ingermann/>
- IPCC. (2018). *Summary for Policymakers*. Allikas: IPCC: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/>

- Jüssi, M., Poltimäe, H., Luts, H., & Metspalu, P. (2014). *Energiasäästupotentsiaal Eesti transpordis ja liikuvuses: Energiamajanduse arengukava 2030+ taustauuring*. Tallinn, Tartu: Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus, Eesti Arengufond. Allikas: Energiasäästupotentsiaal Eesti transpordis ja liikuvuses: Energiamajanduse arengukava 2030+ taustauuring: https://energiatalgud.ee/img_auth.php/d/d2/J%C3%BCssi,_M.,_Poltim%C3%A4e,_H._jt._Energi%C3%A4%C3%A4stupotentsiaal_Eesti_transpordis_ja_liikuvuses.pdf
- Kaasik, A., & Möls, M. (2017). *Loomakasvatusest eralduvate saasteainete heitkoguste inventuurimetoodikate täiendamine ja heite vähendamistehnoloogiate kaardistamine*. Tallinn: Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ.
- Kalev Kallemets, F. E. (Esitaja). (24. 05 2019. a.). *Kirjalik kommentaar/tagasiside Kalev Kallemetsalt*. Tallinn.
- Kallio, T., Heinla, P., Salujärv, K., Eerola, L., Räihä, A.-K., & Piirsalu, A. (2016). *BALTICCONNECTOR Keskkonnamõju hindamise aruanne*. Gasum Oy.
- Keskkonnaministeerium. (2017). *Eesti seitsmes kliimaaruanne*. Tallinn: Keskkonnaministeerium.
- Keskkonnaministeerium. (2017). *Kliimapoliitika põhialused aastani 2050*. Allikas: Envir: https://www.envir.ee/sites/default/files/kpp_2050.pdf
- Keskkonnaministeerium. (22. märts 2018. a.). *Keskkonnahoidlikud riigihanked*. Allikas: Envir: <https://www.envir.ee/et/keskkonnahoidlikud-riigihanked>
- Keskkonnaministri määruse „Väljaspool tööstusheite seaduse reguleerimisala olevatest põletusseadmetest väljutatavate saasteainete heite piirväärtused, saasteainete heite seirenõuded ja heite piirväärtuste järgimise kriteeriumid“ eelnõu seletuskiri. (19. Detsember 2017. a.). Allikas: Envir: https://www.envir.ee/sites/default/files/101017mcp_seletuskiri.pdf
- KIK. (2017). *KIK toetab lasteaedade rekonstrueerimist enam kui 12 miljoni euroga*. Allikas: Keskkonnainvesteeringute Keskus: <https://www.kik.ee/et/artikkel/kik-toetab-lasteaedade-rekonstrueerimist-enam-kui-12-miljoni-euroga>
- Kliimamuutuste leevendamine läbi CCS ja CCU tehnoloogiate. (1. Aprill 2019. a.). Allikas: Eesti Teadusinfosüsteem: <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/6bc8120f-9873-44f4-94b1-8dba6edaa298>
- Kopti, M., Punab, H., & Güldenkoh, M. (2015). *Veeldatud maagaasi laevakütusena kasutuselevõtu tehnilise ja majandusliku teostatavuse uuring*. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.
- Laaniste, M., Gailan, I., & Raamat, M. (12. märts 2019. a.). *Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevad investeeringute vajadused perioodil 2021+*. Eesti.
- Maaeluministeerium. (5. mai 2019. a.). *Eesti maaelu arengukava 2014–2020*. Allikas: Maaeluministeeriumi kodulehekülg: <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/uuringud/uuring-2017-mak-2014-prioriteetid-1-6-aruanne.pdf>
- Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2018). *Eesti riiklik energia- ja kliimakava (REKK 2030)*. Allikas: Euroopa Komisjon: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/estonia_draftnecp.pdf
- Mandel, M. (12. märts 2019. a.). *Kliima- ja energiapoliitika eesmärkidest tulenevad investeeringute vajadused perioodil 2021+*. Eesti.
- Mihkla, L. (2019). *Kirjalik kommentaar antud uuringu vahearuandele, eksperthinnang*. Tallinn: Keskkonnaministeerium.

- Moltex Energy. (January 2018. a.). *An Introduction to the Moltex Energy Technology Portfolio*. Allikas: https://www.moltexenergy.com/learnmore/An_Introduction_Moltex_Energy_Technolo
- New Scientist . (8. May 2019. a.). *Uber and Lyft increased traffic delays in San Francisco by 40 percent*. Allikas: <https://www.newscientist.com/article/2202011-uber-and-lyft-increased-traffic-delays-in-san-francisco-by-40-percent/>
- Piirimäe, K., Pihor, K., Rozeik, H., & Piirits, M. (2017). *Mereala planeeringu alusuuring: merekeskkonna ressurside kasutamisest saadava majandusliku kasu mudel*. Tallinn: PRAXIS.
- Riigi Teataja. (10. 06 2017. a.). Allikas: Kohaliku omavalitsuse hoolekandeesutuste hoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord: <https://www.riigiteataja.ee/akt/107062017003>
- Riigi Teataja. (09. 04 2018. a.). *Lasteaiahoonetes energiatõhususe ja taastuvenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord*. Allikas: Riigi Teataja: <https://www.riigiteataja.ee/akt/106042018025>
- Rosin, A. (Esitaja). (16. September 2014. a.). *Ülevaade energiasäästlikest ja taastuvenergia lahendustest*. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn.
- Rosin, A., Drovtnar, I., Link, S., Hõimoja, H., Mölder, H., & Möller, T. (2014). *Tarbimise juhtimine suurtarbijate koormusgraafikute salvestamine ning analüüs tarbimise juhtimise rakendamise võimaluste tuvastamiseks* . Tallinn: Elering.
- Schlömer S., T. B. (2014). *Annex III: Technology-specific cost and performance parameters*. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate*. Allikas: Annex III: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf
- Soojusmajandus . (8. juuni 2015. a.). Allikas: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium: <https://www.mkm.ee/et/tegevused-eesmargid/energeetika/soojusmajandus>
- Soojuspumba dimensioneerimine. (2019). Allikas: Kliimaseade: <https://www.kliimaseade.ee/abiks-alla/espl/soojuspumba-dimensioneerimine/>
- Statistikaamet. (1. september 2017. a.). *Soojuse bilanss, aasta*. Allikas: Eesti Statistika: <https://www.stat.ee/34175>
- Statistikaamet. (29. Mai 2019. a.). Allikas: Eesti Statistika: <https://www.stat.ee/>
- Statistikaamet. (8. august 2019. a.). *Leibkonnad elukoha ja sooja veega varustatuse järgi*. Allikas: Eesti Statistika: <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?DataSetCode=LET091>
- SW Energia OÜ. (21. veebruar 2017. a.). *Kõige parem viis sooja vee saamiseks*. Allikas: SW Energia: <https://swenergia.ee/soe-tarbvesi/>
- Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut; OÜ Alkranel . (2016). *Eesti merestrateegia meetmekava Eesti mereala hea keskkonnaseisundi saavutamiseks ja säilitamiseks keskkonnamõju strateegiline hindamine*. Tartu-Tallinn.
- Tammiste, L., Poltimäe, H., Kuldna, P., Kallaste, T., Kirsimaa, K., Grünvald, O., & Kuusk, K. (2018). *Nordic Green to Scale for countries*. Helsinki.
- Terrestrial Energy. (2019). *IMSR® power plants are a cleaner and cost-competitive alternative to burning fossil fuels*. Allikas: <https://www.terrestrialenergy.com/technology/competitive/>
- Triikkel, A. (Esitaja). (18. Juuni 2019. a.). *Concepts of CO2 capture and storage* . Hotell Euroopa Konverentsikeskus, Tallinn, Eesti.

- Umbleja, S. (15. 05 2019. a.). *Kaugküte Eestis 2018 ja tõhus kaugküte*. Allikas: Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing: https://epha.ee/wp-content/uploads/2019/05/SIIM_EJKY_15052019_ettekanne.pdf
- Utilitas. (2018). *Utilitas: tõhusa kaugkütte määrgise taga on suurinvesteeringud*. Allikas: <https://www.utilitas.ee/utilitas-tohusa-kaugkutte-margise-taga-suurinvesteeringud/>
- Vabariigi Valitsus. (2017). *Eesti Energiamaajanduse arengukava aastani 2030*. Tallinn.
- Vali, L. (2013). *Kaugkütte Energiasääst*. Eesti Arengufond.
- Vassiljev, D., Tammist, R., Kruus, M., Siitam, P., Lahtvee, V., Koovit, T., & Pitk, P. (2012). *Taastuvenergia 100% - üleminek puhtale energiale*. Eesti Taastuvenergia Koda.
- Winther, M., & Dore, C. (2017). *Non road mobile machinery 2016*. European Environment Agency.